

AP20 Rec'd PCT/PTO 02 JUN 2006

明 細 書

ズームレンズ及び撮像装置

技術分野

- [0001] 本発明はズームレンズ及び撮像装置に関し、特に、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の撮像素子により受光するカメラに適切であり、また、手振れ補正に適したズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置に関する。

背景技術

- [0002] 従来より、カメラにおける記録手段として、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 等の光電変換素子を用いた撮像素子によって、撮像素子面上に形成された被写体像を、各光電変換素子によって被写体像の光量を電気的出力に変換して、記録する方法が知られている。
- [0003] 近年の微細加工技術の技術進歩に伴い、中央演算処理装置 (CPU) の高速化や記憶媒体の高集積化が図られ、それまでは取り扱えなかったような大容量の画像データが高速処理できるようになってきた。また、受光素子においても高集積化や小型化が図られ、高集積化により、より高い空間周波数の記録が可能となり、小型化により、カメラ全体の小型化が図れるようになって来た。
- [0004] また、広範な撮影状況の中での使用が可能のように、ズームレンズへの要求が高く、特に、大きなズーム比への要求が高くなって来ている。
- [0005] ところで、ズーム比が大きな光学系では望遠端状態における画角が狭くなるため、微小な手ブレによっても、像のブレが大きく発生してしまう。このため、特にズーム比が大きなビデオカメラでは、手ブレを補正するように受光素子の画像取り込み範囲をシフトさせる、所謂、電子式手ブレ補正システムが知られている。
- [0006] また、従来より、レンズ系を構成する一部のレンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像位置をシフトさせた際に発生する光学性能の劣化を補正する、所謂、手ブレ補正光学系が知られている。
- [0007] 手ブレ補正光学系は、例えば、シャッターリリースに起因するような手ブレに伴う、カメラのブレを検出する検出系、検出系から出力される信号に基づきレンズ位置に補

正量を与える制御系、制御系からの出力に基づき所定のレンズをシフトさせる駆動系とを組み合わせることにより、光学式手ブレ補正システムとして機能させることが可能である。

[0008] この光学式手ブレ補正システムでは、駆動系によるレンズのシフトによって像をシフトさせることが可能であり、カメラのブレに伴う像のブレを駆動系によるレンズのシフトによって補正することが可能である。

[0009] これら手ブレ補正光学系としては、例えば、特開2002-244037号公報、特開2003-228001号公報、特開2003-295057号公報に示されたものが知られている。

[0010] 特開2002-244037号公報に示されたズームレンズでは、開口絞りの像側に配置される第3レンズ群が負部分群と正部分群とで構成され、上記正部分群をシフトさせることにより、像をシフトさせている。

[0011] 特開2003-228001号公報に示されたズームレンズでは、開口絞りの像側に配置される第3レンズ群が正部分群と負部分群とで構成され、上記正部分群をシフトさせることにより、像をシフトさせていた。

[0012] 特開2003-295057号公報に示されたズームレンズでは、第3レンズ群全体をシフトさせることにより、像をシフトさせていた。

[0013] 上記した従来の手ブレ補正光学系では、開口絞り近傍のレンズ群をシフトさせていたため、シフトさせるための駆動機構と開口絞りの開閉を行う機構、ズーミングやフォーカシング時に各レンズを光軸方向に移動させる機構とが干渉しやすくなってしまう、鏡筒が径方向に大きくなってしまいう問題点があった。

[0014] 本発明の目的は上記問題点を解決し、レンズ枚数が増えることなく、小型化に適した手ブレ補正可能なズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置を提供することを課題とする。

発明の開示

[0015] 本発明ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群

が配列されて成り、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群が光軸方向に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、上記第4レンズ群が上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償すると同時に、近距離合焦時に光軸方向に移動し、上記第5レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の近傍に配置され、上記第5レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群が光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能であり、 $f5p$ を第5レンズ群中に配置される正部分群の焦点距離、 Da を第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側の面から近軸像位置までの光軸に沿った長さとして、条件式(1) $0.6 < f5p/Da < 1.4$ を満足するものである。

[0016] また、本発明撮像装置は、上記した課題を解決するために、ズームレンズと、上記ズームレンズによって形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子とを備え、上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群が配列されて成り、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群が光軸方向に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、上記第4レンズ群が上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償すると同時に、近距離合焦時に光軸方向に移動し、上記第5レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の近傍に配置され、上記第5レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群が光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能であり、 $f5p$ を第5レンズ群中に配置される正部分群の焦点距離、 Da を第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側の面から近軸像位置までの光軸に沿った長さとして、条件式(1) $0.6 < f5p/Da < 1.4$ を満足するものである。

[0017] 従って、本発明にあつては、可動レンズ群である第4レンズ群の像側に固定レンズ群である第5レンズ群が配置されると共に、像をシフトさせる場合には、開口絞りから

離れた位置にあるレンズ(群)を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせる。

[0018] 本発明ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群が配列されて成るズームレンズにおいて、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群が光軸方向に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、上記第4レンズ群が上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償すると同時に、近距離合焦時に光軸方向に移動し、上記第5レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の近傍に配置され、上記第5レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群が光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能であり、 $f5p$ を第5レンズ群中に配置される正部分群の焦点距離、 Da を第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側の面から近軸像位置までの光軸に沿った長さとして、条件式(1) $0.6 < f5p/Da < 1.4$ を満足することを特徴とする。

[0019] また、本発明撮像装置は、ズームレンズと、上記ズームレンズによって形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子とを備えた撮像装置であって、上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群が配列されて成り、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群が光軸方向に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、上記第4レンズ群が上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償すると同時に、近距離合焦時に光軸方向に移動し、上記第5レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の近傍に配置され、上記第5レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群が光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能であり、 $f5p$ を第5レンズ群中に配置される正部分群の焦点距離、 Da を第5レンズ群中に配置される正

部分群の最も像側の面から近軸像位置までの光軸に沿った長さとして、条件式(1) $0.6 < f_{5p}/D_a < 1.4$ を満足することを特徴とする。

[0020] 従って、本発明にあつては、第5レンズ群を配置することにより、可動である第4レンズ群のレンズ枚数を減らして、軽量化することにより、第4レンズ群を駆動する機構の構造の簡易化を図り、レンズ系を小型化することができる。

[0021] また、手振れ補正機構を搭載する場合に、レンズを光軸とほぼ直交する方向にシフトさせる機構がズーミングやフォーカシングのためのレンズ駆動機構や絞り開閉機構と干渉することが無く、鏡筒の大きさ、特に径方向の大きさを小型に構成することが出来る。

[0022] さらに、条件式(1)を満足することにより、第5レンズ群中の正部分群をシフトさせるための駆動機構を小型に構成することが出来ると共に、レンズ全長の小型化と上記正部分群のシフト時(以下、「像シフト時」という)に画面中心部で発生する偏心コマ収差が大きくなりすぎるのを抑えることが出来る。

[0023] 請求項2及び請求項10に記載した発明にあつては、 D_b を第5レンズ群中に配置される正部分群の最も物体側の面から開口絞りまでの光軸に沿った長さとして、条件式(2) $0.5 < f_{5p}/D_b < 1.3$ を満足するので、像シフト時に発生する軸外収差の変動を良好に補正することが出来る。

[0024] 請求項3、請求項4、請求項11及び請求項12に記載した発明にあつては、 f_{5n} を第5レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離、 f_t を望遠端状態におけるレンズ系全体での焦点距離として、条件式(3) $0.3 < |f_{5n}|/f_t < 0.9$ を満足するので、第5レンズ群中の負部分群で発生する正の球面収差を良好に補正することが出来る。

[0025] 請求項5乃至請求項8並びに請求項13乃至請求項16に記載した発明にあつては、上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、 C_{5p} を第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側のレンズ面の曲率(曲率半径の逆数)として、条件式(4) $-5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$ を満足するので、第5レンズ群中の正部分群で発生する諸収差を良好に補正して、像シフト時にも良好な光学性能を得ることが出来る。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本発明ズームレンズの屈折力配置と変倍時における各レンズ群の可動の可否を示す図である。

[図2]図2は、本発明ズームレンズの第1の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

[図3]図3は、図4乃至図8と共に本発明ズームレンズの第1の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例1の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図4]図4は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図5]図5は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図6]図6は、広角端状態における横収差を示すものである。

[図7]図7は、中間焦点距離状態における横収差を示すものである。

[図8]図8は、望遠端状態における横収差を示すものである。

[図9]図9は、本発明ズームレンズの第2の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

[図10]図10は、図11乃至図15と共に本発明ズームレンズの第2の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例2の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図11]図11は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図12]図12は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図13]図13は、広角端状態における横収差を示すものである。

[図14]図14は、中間焦点距離状態における横収差を示すものである。

[図15]図15は、望遠端状態における横収差を示すものである。

[図16]図16は、本発明ズームレンズの第3の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

[図17]図17は、図18乃至図22と共に本発明ズームレンズの第3の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例3の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状

態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図18]図18は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図19]図19は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図20]図20は、広角端状態における横収差を示すものである。

[図21]図21は、中間焦点距離状態における横収差を示すものである。

[図22]図22は、望遠端状態における横収差を示すものである。

[図23]図23は、デジタルスチルカメラに適用した本発明撮像装置の実施の形態を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

[0027] 以下に、本発明ズームレンズ及び撮像装置を実施するための最良の形態について添付図面を参照して説明する。

[0028] 本発明にかかるズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力又は負の屈折力を有する第5レンズ群を配置して成る。

[0029] 第2レンズ群がズーム機能、第4レンズ群がコンペンゼート機能を有し、これを組み合わせることにより、第2レンズ群が物体側から像側に移動する際に、像面位置を一定に保ったまま、広角端状態から望遠端状態まで焦点距離が変化する。

[0030] 第4レンズ群は上記したコンペンゼート機能を有すると同時にフォーカス機能を有し、被写体位置の変化による像面位置の変動を補償する。

[0031] 第5レンズ群は負部分群とその像側に空気間隔を隔てて配置される正部分群とにより構成され、正部分群を光軸にはほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像シフトを行うことができる。

[0032] 開口絞りが上記第3レンズ群の近傍に配置される。

[0033] 本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群と第4レンズ群を光軸方向に移動可能な構造とすることでズーム時やフォーカス時における駆動方法に従来と同様の駆

動方法を採用することが出来る。また、第4レンズ群よりも像側に配置される第5レンズ群中の正部分群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせて像シフトを行うため、ズーム時やフォーカス時の駆動機構及び開口絞りを駆動する機構との干渉が少なく、各レンズ群同士の間隔を狭めることが可能となる。その結果、レンズ系の小型化及び手ブレ補正時に画像の劣化が少ない状態での像シフトが可能である。

[0034] また、本発明ズームレンズにあつては、像シフトを行わない場合であっても、十分に高い光学性能を発揮することが出来る。従来、光学系の像側に色分解用プリズムを配置したズームレンズでは、可動である第4レンズ群を3枚構成とする場合が多く、第4レンズ群が重くなって、オートフォーカスの高速化や駆動機構の構成の簡易化が難しいという問題があつたが、本発明ズームレンズにあつては、可動である第4レンズ群の像側に光軸方向に固定された第5レンズ群を配置することにより、第4レンズ群を構成するレンズ枚数を減らすことが可能であり、第4レンズ群の軽量化に伴い、オートフォーカスの高速化及び第4レンズ群を駆動するための駆動機構の構成の簡易化を図ることが可能になる。

[0035] 本発明ズームレンズは、 f_{5p} を第5レンズ群中に配置される正部分群の焦点距離、 D_a を第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側の面から近軸像位置までの光軸に沿った長さとして、以下の条件式(1)を満足する。

[0036] (1) $0.6 < f_{5p} / D_a < 1.4$

上記条件式(1)は第5レンズ群中に配置される正部分群の焦点距離とバックフォーカスとの比率を規定する条件式であり、ブレ補正係数を規定する条件式である。

[0037] ブレ補正係数とは所定のレンズ群を光軸とほぼ垂直な方向に移動させた際のレンズシフト量に対する像シフト量の比率である。本発明ではシフトレンズ群(第5レンズ群中の正部分群)が最も像側に配置されるため、正部分群の横倍率を β_s とすると、ブレ補正係数 γ は以下の式で示される。

[0038] $\gamma = 1 - \beta_s$

例えば、条件式(1)が1となる場合、正部分群に入射する軸上光束は平行光に近く、 β_s がほとんど0となるためにブレ補正係数 γ は1に近い数値となる。また、条件式(1)が1より大きな数値となる場合、 β_s が正の値に、逆に条件式(1)が1より小さな数

値となる場合、 β_s は負の値となる。

[0039] 本発明ズームレンズにおいては、条件式(1)の上限値を上回った場合、ブレ補正係数が小さくなって、所定量だけの像シフトを行う際に必要なレンズシフト量が大きくなりすぎて駆動機構の大型化を引き起こしてしまう。

[0040] 逆に、条件式(1)の下限値を下回った場合、分母が大きくなる場合にはレンズ全長の大型化を引き起こしてしまう。また、分子が小さくなる場合にはシフトレンズ群の焦点距離が短くなりすぎて、像シフト時に画面中心部において発生する偏心コマ収差が大きくなりすぎて、その補正が困難になり、所定の光学性能を確保することができなくなってしまう。

[0041] 本発明ズームレンズにおいては、像シフト時に発生する軸外収差の変動を良好に補正するために、 D_b を第5レンズ群中に配置される正部分群の最も物体側の面から開口絞りまでの光軸に沿った長さとして、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

[0042] (2) $0.5 < f_{5p} / D_b < 1.3$

上記条件式(2)は第5レンズ群中の正部分群の焦点距離と開口絞りと正部分群との間の間隔との比を規定する条件式であり、射出瞳の位置を規定する条件式である。

[0043] 条件式(2)の上限値を上回った場合、射出瞳位置が像面位置に近づく、すなわち、CCDに入射する主光線が光軸から離れるように進むようになってしまい、所定の周辺光量を得るためにはレンズ径の大型化が避けられない。

[0044] 逆に、条件式(2)の下限値を下回った場合、分母が大きくなる場合にはレンズ全長の大型化を引き起こしてしまう。また、分子が小さくなる場合には、レンズシフト時に発生する入射角度の変化が大きくなりすぎてしまう。その結果、画面中心部で手ブレを良好に補正しても、画面周辺部では像ブレが補正できなくなってしまう。

[0045] 本発明においては、更なる高性能化を図るためには、 f_{5n} を第5レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離、 f_t を望遠端状態におけるレンズ系全体での焦点距離として、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

[0046] (3) $0.3 < |f_{5n}| / f_t$

上記条件式(3)は第5レンズ群中の負部分群の焦点距離を規定する条件式である。

[0047] 条件式(3)の下限値を下回った場合、負部分群において発生する正の球面収差をより良好に補正することが難しく、所定の光学性能が得られなくなってしまう。

[0048] 本発明ズームレンズにおいては、第5レンズ群中の正部分群単独で発生する諸収差を良好に補正して、像シフト時にも更に良好なる光学性能を得るには、正部分群を少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとで構成し、C5pを第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側のレンズ面の曲率(曲率半径の逆数)として、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

[0049] $(4) -5 < C5p \cdot ft < -2$

上記条件式(4)は正部分群の最も像側のレンズ面の曲率半径を規定する条件式である。

[0050] 条件式(4)の上限値を上回った場合(曲率半径が緩くなる)、像シフト時に画面中心部で発生するコマ収差の発生を抑えることができなくなってしまう。

[0051] 逆に、条件式(4)の下限値を下回った場合(曲率半径がキツくなる)、像シフト時に画面周辺部で発生するコマ収差の変動が大きくなってしまう。

[0052] 本発明ズームレンズにおいては、非球面レンズを用いることにより、より高い光学性能を実現することができる。特に、第5レンズ群に非球面を導入することによって、中心性能のさらなる高性能化が可能となる。また、第2レンズ群に非球面レンズを用いることにより、広角端状態において発生する画角によるコマ収差の変動を良好に補正することも可能である。

[0053] さらに、本発明ズームレンズに複数の非球面を用いることでより高い光学性能が得られるのは言うまでもない。

[0054] また、モアレ縞の発生を防ぐために、第5レンズ群の像側にローパスフィルタを配置したり、CCD等の受光素子の分光感度特性に応じて赤外カットフィルタを配置することも勿論、可能である。

[0055] 以下に、本発明ズームレンズの各実施の形態及び数値実施例を説明する。

[0056] なお、各実施の形態において非球面が用いられるが、非球面形状は次の数1式に

よって表される。

[数1]

$$x = c y^2 / (1 + (1 - (1 + \kappa) c^2 y^2)^{1/2}) + C_4 y^4 + C_6 y^6 + \dots$$

[0057] ここで、

y: 光軸からの高さ

x: サグ量

c: 曲率

κ : 円錐定数

C4、C6、…: 非球面係数

である。

[0058] 図1は本発明の各実施の形態にかかるズームレンズの屈折力配分を示しており、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、負の屈折力を有する第3レンズ群G3、正の屈折力を有する第4レンズ群G4、正の屈折力又は負の屈折力を有する第5レンズ群G5が配列されて構成され、広角端状態より望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔は減少するように、第2レンズ群G2が像側へ移動する。この時、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、第5レンズ群G5は光軸方向に固定であって、第4レンズ群G4が第2レンズ群G2の移動に伴う像面位置の変動を補正するように移動するとともに近距離合焦時に物体側へ移動する。

[0059] 図2は本発明ズームレンズの第1の実施の形態によるレンズ構成を示しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL111及び物体側に凸面を向けた正レンズL112により構成され、第2レンズ群G2は像側に凹面を向けた負レンズL121及び両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL122により構成され、第3レンズ群G3は正メニスカスレンズL13により構成され、第4レンズ群G4は両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとの接合正レンズL14により構成さ

れ、第5レンズ群G5は像側に凹面を向けた負レンズL151及び両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとの接合正レンズL152により構成される。

[0060] この第1の実施の形態では、開口絞りSが第3レンズ群G3の物体側に配置され、レンズ位置状態の変化時に固定である。

[0061] この第1の実施の形態では、第5レンズ群G5中に配置される負レンズL151が負部分群、接合正レンズL152が正部分群として機能し、接合正レンズL152が光軸に垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能である。また、第5レンズ群G5の像側にプリズムPP、及び、ローパスフィルタLPF1が配置されている。

[0062] 表1に上記した第1の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例1の諸元の値を掲げる。この数値実施例1及び後に説明する各数値実施例の諸元表中のfは焦点距離、FNoはFナンバー、 2ω は画角を表し、屈折率及びアッベ数はd線($\lambda=587.6\text{nm}$)に対する値である。なお、表1中で曲率半径0とは平面を示す。

[表1]

f	2.94	~	7.31	~	27.6
F N0	1.72	~	1.80	~	2.79
2 ω	56.73	~	22.28	~	5.93°

面 番 号	曲 率 半 径	面 間 隔	屈 折 率	ア ッ ペ 数
1:	58.6067	0.700	1.84666	23.8
2:	19.1434	3.250	1.60738	56.8
3:	-66.3164	0.140		
4:	18.6022	2.100	1.80400	46.6
5:	72.8181	(D5)		
6:	72.8181	0.400	1.83500	43.0
7:	6.2198	2.150		
8:	-8.1923	0.500	1.74430	49.2
9:	7.3027	2.394	1.92286	20.9
10:	0.0000	(D10)		
11:	0.0000	1.390	(開 口 絞 り)	
12:	-36.6362	2.500	1.48749	70.4
13:	-13.2678	(D13)		
14:	18.7886	2.150	1.77250	49.6
15:	-11.2294	0.450	1.92286	20.9
16:	-19.5023	(D16)		
17:	-63.8851	0.600	1.83400	37.4
18:	29.2408	0.800		
19:	287.7006	0.500	1.92286	20.9
20:	49.9719	1.750	1.69350	53.2
21:	-10.4358	1.000		
22:	0.0000	11.000	1.58913	61.3
23:	0.0000	1.900	1.51680	64.2
24:	0.0000	(Bf)		

[0063] 第13面、第21面の各レンズ面は非球面で構成されており、非球面係数は表2に示す通りである。なお、表2及び以下の非球面係数を示す表において「E-i」は10を底とする指数表現、すなわち、「 10^{-i} 」を表しており、例えば、「0.26029E-05」は「 0.26029×10^{-5} 」を表している。

[表2]

[第 13 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= +0.000 & C_4 &= +0.23076 \times 10^{-3} & C_6 &= +0.70769 \times 10^{-5} \\ & & C_8 &= -0.32205 \times 10^{-6} & C_{10} &= +0.11069 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

[第 21 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= +0.000 & C_4 &= +0.38815 \times 10^{-3} & C_6 &= -0.34876 \times 10^{-5} \\ & & C_8 &= +0.21930 \times 10^{-6} & C_{10} &= -0.53874 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

[0064] 広角端状態より望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に伴って、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の面間隔D5、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の面間隔D10、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の面間隔D13、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間の面間隔D16が変化する。そこで、表3に上記各面間隔の広角端状態、広角端と望遠端との間の中間焦点距離状態及び望遠端状態における各値を焦点距離fと共に示す。

[表3]

(可 変 間 隔 表)

f	2.940	7.312	27.628
D5	0.420	7.353	13.851
D10	15.971	9.038	2.540
D13	8.830	6.942	8.808
D16	1.192	3.079	1.213
Bf	0.811	0.811	0.811

[0065] 表4に数値実施例1における各条件式(1)、(2)、(3)、(4)対応値を示す。

[表4]

$$\begin{aligned} f_{5n} &= -12.864 \\ f_{5p} &= +13.559 \\ (1) \quad f_{5p} / D_a &= 0.922 \\ (2) \quad f_{5p} / D_b &= 0.757 \\ (3) \quad |f_{5n}| / f_t &= 0.466 \\ (4) \quad C_{5p} \cdot f_t &= -2.647 \end{aligned}$$

[0066] 図3乃至図5に上記数値実施例1の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図3は広角端状態($f=2.940$)、図4は中間焦点距離状態($f=7.312$)、図5は望遠

端状態($f=27.628$)における諸収差図を示すものである。

- [0067] 図3乃至図5の各収差図において、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図において Δ は画角を示す。
- [0068] 図6乃至図8に上記数値実施例1の無限遠合焦状態における0.5度相当のレンズシフト状態での横収差図をそれぞれ示し、図6は広角端状態($f=2.940$)、図7は中間焦点距離状態($f=7.312$)、図8は望遠端状態($f=27.628$)における横収差図を示すものである。
- [0069] 各収差図から、数値実施例1にあつては諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。
- [0070] 図9は本発明ズームレンズの第2の実施の形態によるレンズ構成を示しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL211及び物体側に凸面を向けた正レンズL212により構成され、第2レンズ群G2は像側に凹面を向けた負レンズL221及び両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL222により構成され、第3レンズ群G3は負メニスカスレンズL231及び両凸レンズL232により構成され、第4レンズ群G4は両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとの接合正レンズL24により構成され、第5レンズ群G5は両凹レンズL251及び両凸レンズL252により構成される。
- [0071] この第2の実施の形態では、開口絞りSが第3レンズ群G3の物体側に配置され、レンズ位置状態の変化時に固定である。
- [0072] この第2の実施の形態では、第5レンズ群G5中に配置される負レンズL251が負部分群、両凸レンズL252が正部分群として機能し、両凸レンズL252が光軸に垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能である。また、第5レンズ群G5の像側にプリズムPP、及び、ローパスフィルタLPF2が配置されている。
- [0073] 表5に上記した第2の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例2の諸元の値を掲げる。

[表5]

f	2.94	~	7.31	~	27.6
F N0	1.75	~	1.98	~	2.40
2 ω	56.72	~	22.59	~	5.99°

面 番 号	曲 率 半 径	面 間 隔	屈 折 率	ア ッ ペ 数
1:	30.3357	0.700	1.84666	23.8
2:	14.8545	3.070	1.69680	55.3
3:	-310.2570	0.100		
4:	16.3110	1.900	1.75500	52.3
5:	48.4268	(D5)		
6:	26.6368	0.400	1.88300	40.8
7:	5.3926	2.250		
8:	-6.8120	0.400	1.83500	43.0
9:	5.4927	1.750	1.92286	20.9
10:	-123.8628	(D10)		
11:	0.0000	1.430	(開 口 絞 り)	
12:	-20.1104	1.000	1.69350	53.2
13:	-32.5214	1.650		
14:	29.0170	1.450	1.48749	70.4
15:	-14.7718	(D15)		
16:	27.2370	1.900	1.60300	65.5
17:	-9.7700	0.400	1.92286	20.9
18:	-14.5822	(D18)		
19:	-52.7915	0.600	1.88300	40.8
20:	100.0000	0.800		
21:	42.3276	1.850	1.48749	70.4
22:	-9.2283	1.000		
23:	0.0000	11.000	1.58913	61.3
24:	0.0000	1.900	1.51680	64.2
25:	0.0000	(Bf)		

[0074] 第12面、第21面、第22面の各レンズ面は非球面によって構成されており、非球面係数は表6に示す通りである。

[表6]

[第 12 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= +0.000 & C_4 &= -0.23700 \times 10^{-3} & C_6 &= -0.11404 \times 10^{-4} \\ & & C_8 &= +0.77423 \times 10^{-6} & C_{10} &= -0.34115 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

[第 21 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= +0.000 & C_4 &= -0.29538 \times 10^{-3} & C_6 &= -0.75249 \times 10^{-5} \\ & & C_8 &= -0.11808 \times 10^{-5} & C_{10} &= +0.31175 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

[第 22 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= +0.000 & C_4 &= +0.25661 \times 10^{-3} & C_6 &= -0.19920 \times 10^{-4} \\ & & C_8 &= +0.00000 & C_{10} &= +0.00000 \end{aligned}$$

[0075] 広角端状態より望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に伴って、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の面間隔D5、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の面間隔D10、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の面間隔D15、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間の面間隔D18が変化する。そこで、表7に上記各面間隔の広角端状態、広角端と望遠端との間の中間焦点距離状態及び望遠端状態における各値を焦点距離fと共に示す。

[表7]

(可 変 間 隔 表)

f	2.941	7.312	27.615
D5	0.420	5.849	11.231
D10	13.351	7.922	2.540
D15	5.392	2.262	5.349
D18	0.987	4.117	1.031
Bf	0.809	0.809	0.809

[0076] 表8に数値実施例2における各条件式(1)、(2)、(3)、(4)対応値を示す。

[表8]

$$\begin{aligned} f_{5n} &= -13.171 \\ f_{5p} &= +11.947 \\ (1) \quad f_{5p} / D_a &= 0.812 \\ (2) \quad f_{5p} / D_b &= 0.765 \\ (3) \quad |f_{5n}| / f_t &= 0.477 \\ (4) \quad C_{5p} \cdot f_t &= -2.992 \end{aligned}$$

- [0077] 図10乃至図12に上記数値実施例2の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図10は広角端状態($f=2.941$)、図11は中間焦点距離状態($f=7.312$)、図12は望遠端状態($f=27.615$)における諸収差図を示すものである。
- [0078] 図10乃至図12の各収差図において、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図において Δ は画角を示す。
- [0079] 図13乃至図15に上記数値実施例2の無限遠合焦状態における0.5度相当のレンズシフト状態での横収差図をそれぞれ示し、図13は広角端状態($f=2.941$)、図14は中間焦点距離状態($f=7.312$)、図15は望遠端状態($f=27.615$)における横収差図を示すものである。
- [0080] 各収差図から、数値実施例2にあつては諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。
- [0081] 図16は本発明ズームレンズの第3の実施の形態によるレンズ構成を示しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL311及び物体側に凸面を向けた正レンズL312により構成され、第2レンズ群G2は像側に凹面を向けた負レンズL321及び両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL322により構成され、第3レンズ群G3は負メニスカスレンズL331及び両凸レンズL332により構成され、第4レンズ群G4は両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとの接合正レンズL34により構成され、第5レンズ群G5は両凹レンズL351及び両凸レンズL352により構成される。
- [0082] この第3の実施の形態では、開口絞りSが第3レンズ群G3の物体側に配置され、レンズ位置状態の変化に依らず固定される。
- [0083] この第3の実施の形態では、第5レンズ群G5中に配置される負レンズL351が負部分群、両凸レンズL352が正部分群として機能し、両凸レンズL352が光軸に垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能である。また、第5レンズ群G5の像側にプリズムPP、及び、ローパスフィルタLPF3が配置されている。
- [0084] 表9に上記した第3の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例3の諸元の値を掲げる。

[表9]

f	2.94	~	7.31	~	27.6
F NO	1.75	~	1.97	~	2.31
2 ω	56.72	~	22.46	~	5.94°

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
1:	29.3835	0.700	1.84666	23.8
2:	15.0400	3.800	1.69680	55.3
3:	-199.9795	0.100		
4:	17.1421	2.250	1.75500	53.3
5:	44.1766	(D5)		
6:	32.1142	0.400	1.88300	40.8
7:	5.6901	2.070		
8:	-7.0860	0.400	1.83500	43.0
9:	5.2586	1.830	1.92286	20.9
10:	0.0000	(D10)		
11:	0.0000	1.430	(開口絞り)	
12:	-20.0000	1.000	1.69350	53.3
13:	-63.9524	1.180		
14:	26.2395	1.660	1.48749	70.4
15:	-13.0529	(D15)		
16:	21.6861	2.040	1.62041	60.3
17:	-9.1741	0.400	1.92286	20.9
18:	-14.0265	(D18)		
19:	-40.1627	0.600	1.88300	40.8
20:	100.0000	0.800		
21:	-183.8033	1.720	1.58913	61.3
22:	-8.6252	1.000		
23:	0.0000	11.000	1.58913	61.3
24:	0.0000	1.900	1.51680	64.2
25:	0.0000	(Bf)		

[0085] 第12面、第21面、第22面の各レンズ面は非球面によって構成されており、非球面係数は表10に示す通りである。

[表10]

[第 12 面]

$$\begin{array}{lll} \kappa = +0.000 & C_4 = -0.32050 \times 10^{-3} & C_6 = -0.10580 \times 10^{-4} \\ & C_8 = +0.37615 \times 10^{-6} & C_{10} = -0.16632 \times 10^{-7} \end{array}$$

[第 21 面]

$$\begin{array}{lll} \kappa = +0.000 & C_4 = -0.36738 \times 10^{-3} & C_6 = -0.94788 \times 10^{-5} \\ & C_8 = -0.13654 \times 10^{-5} & C_{10} = +0.38979 \times 10^{-7} \end{array}$$

[第 22 面]

$$\begin{array}{lll} \kappa = +0.000 & C_4 = +0.21270 \times 10^{-3} & C_6 = -0.21110 \times 10^{-4} \\ & C_8 = +0.00000 & C_{10} = +0.00000 \end{array}$$

[0086] 広角端状態より望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に伴って、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の面間隔D5、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の面間隔D10、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の面間隔D15、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間の面間隔D18が変化する。そこで、表11に上記各面間隔の広角端状態、広角端と望遠端との間の中間焦点距離状態及び望遠端状態における各値を焦点距離fと共に示す。

[表11]

(可 変 間 隔 表)

f	2.942	7.313	27.617
D5	0.420	5.856	11.256
D10	13.376	7.940	2.540
D15	4.636	2.058	4.595
D18	0.988	3.566	1.029
Bf	0.811	0.811	0.811

[0087] 表12に数値実施例3における各条件式(1)、(2)、(3)、(4)対応値を示す。

[表12]

$$\begin{array}{l} f_{5n} = -20.092 \\ f_{5p} = +14.994 \\ (1) \quad f_{5p} / D_a = 1.019 \\ (2) \quad f_{5p} / D_b = 1.017 \\ (3) \quad |f_{5n}| / f_t = 0.728 \\ (4) \quad C_{5p} \cdot f_t = -3.202 \end{array}$$

- [0088] 図17乃至図19に上記数値実施例3の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図17は広角端状態($f=2.942$)、図18は中間焦点距離状態($f=7.313$)、図19は望遠端状態($f=27.617$)における諸収差図を示すものである。
- [0089] 図17乃至図19の各収差図において、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図においてAは画角を示す。
- [0090] 図20乃至図22に上記数値実施例3の無限遠合焦状態における0.5度相当のレンズシフト状態での横収差図をそれぞれ示し、図20は広角端状態($f=2.942$)、図21は中間焦点距離状態($f=7.313$)、図22は望遠端状態($f=27.617$)における横収差図を示すものである。
- [0091] 各収差図から、数値実施例3にあっては諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。
- [0092] 図23に上記した本発明ズームレンズを使用した撮像装置の実施の形態を示す。なお、図23に示す実施の形態は本発明をデジタルスチルカメラに適用したものである。
- [0093] デジタルスチルカメラ100は、撮像機能を担うカメラブロック10と、撮像された画像信号のアナログーデジタル変換等の信号処理を行うカメラ信号処理部20と、画像信号の記録再生処理を行う画像処理部30と、撮像された画像等を表示するLCD(Liquid Crystal Display) 40と、メモ리카ード51への書き込み／読み出しを行うR／W(リーダ／ライタ) 50と、装置全体を制御するCPU60と、ユーザによる操作入力のための入力部70と、カメラブロック10内のレンズの駆動を制御するレンズ駆動制御部80を具備する。なお、レンズ駆動制御部80には、シャッターリリース時に生じる予期しないカメラの振動、いわゆる手振れの方角と量を検出する検出系、上記検出系の検出結果に基づき手振れによる画像のブレをキャンセルする方向に及び画像の上記ブレをキャンセルするに足る量だけ第5レンズ群G5中の正部分群を光軸に垂直な方向に移動(シフト)させる駆動系を有する手振れ補正機構が含まれている。
- [0094] カメラブロック10は、本発明が適用されるズームレンズ11(上記実施の形態乃至数値実施例1乃至3にかかるズームレンズを使用することができる)を含む光学系や、CCD等の撮像素子12等により構成される。カメラ信号処理部20は、撮像素子12から

の出力信号に対するデジタル信号への変換や、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の信号処理を行う。画像処理部30は、所定の画像データフォーマットに基づく画像信号の圧縮符号化・伸長復号化処理や、解像度等のデータ仕様の変換処理等を行う。

[0095] メモリカード51は、着脱可能な半導体メモリからなる。R/W50は、画像処理部30によって符号化された画像データをメモリカード51に書き込み、またメモリカード51に記録された画像データを読み出す。CPU60は、デジタルスチルカメラ内の各回路ブロックを制御する制御処理部であり、入力部70からの指示入力信号等に基づいて各回路ブロックを制御する。

[0096] 入力部70は、例えば、シャッター操作を行うためのシャッターリリースボタンや、動作モードを選択するための選択スイッチ等により構成され、ユーザによる操作に応じた指示入力信号をCPU60に対して出力する。レンズ駆動制御部80は、CPU60からの制御信号に基づいて、ズームレンズ11内のレンズを駆動する図示しないモータ等を制御する。

[0097] 以下、このデジタルスチルカメラの動作を簡単に説明する。

[0098] 撮影の待機状態では、CPU60による制御の下で、カメラブロック10において撮像された画像信号が、カメラ信号処理部20を介してLCD40に出力され、カメラスルー画像として表示される。また、入力部70からのズーミングのための指示入力信号が入力されると、CPU60がレンズ駆動制御部80に制御信号を出力し、レンズ駆動制御部80の制御に基づいて、ズームレンズ11内の所定のレンズが移動される。

[0099] そして、入力部70からの指入力信号によりカメラブロック10の図示しないシャッターが切られると(この時に、手振れが発生した場合には、上記した手振れ補正機構が作動して、手振れによる画像のシフトを補正する)、撮像された画像信号がカメラ信号処理部20から画像処理部30に出力されて圧縮符号化処理され、所定のデータフォーマットのデジタルデータに変換される。変換されたデータはR/W50に出力され、メモリカード51に書き込まれる。

[0100] なお、フォーカシングは、例えば、シャッターリリースボタンが半押しされた場合、あるいは記録のために全押しされた場合等に、CPU60からの制御信号に基づいてレン

ズ駆動制御部80がズームレンズ11内の所定のレンズを移動させることにより行われる。

[0101] また、メモ리카ード51に記録された画像データを再生する場合は、入力部70による操作に応じて、R/W50によりメモ리카ード51から所定の画像データが読み出され、画像処理部30で伸張復号化処理された後、再生画像信号がLCD40に出力される。これにより再生画像が表示される。

[0102] なお、上記した実施の形態では、本発明をデジタルスチルカメラに適用したものを示したが、本発明の適用がデジタルスチルカメラへの適用に限られることを示すものではなく、デジタルビデオカメラ、その他のカメラにも適用できることは勿論である。

[0103] また、上記した各実施の形態及び数値実施例において示された各部の具体的形状及び数値は、何れも本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

産業上の利用可能性

[0104] 小型軽量で、且つ、優れた性能を有し、手振れ補正機能をも備えることが出来るズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置を提供することが出来、デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等に広く利用することが出来る。

請求の範囲

- [1] 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群が配列されて成るズームレンズにおいて、

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群が光軸方向に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、上記第4レンズ群が上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償すると同時に、近距離合焦時に光軸方向に移動し、上記第5レンズ群が光軸方向に固定され、

開口絞りが上記第3レンズ群の近傍に配置され、

上記第5レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群が光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能であり、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(1) 0.6 < f5p / Da < 1.4$$

但し、

f5p: 第5レンズ群中に配置される正部分群の焦点距離

Da: 第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側の面から近軸像位置までの光軸に沿った長さとする。

- [2] 以下の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$(2) 0.5 < f5p / Db < 1.3$$

但し、

Db: 第5レンズ群中に配置される正部分群の最も物体側の面から開口絞りまでの光軸に沿った長さとする。

- [3] 以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$(3) 0.3 < |f5n| / ft < 0.9$$

但し、

f_{5n} : 第5レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離

f_t : 望遠端状態におけるレンズ系全体での焦点距離

とする。

- [4] 以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

$$(3) 0.3 < |f_{5n}| / f_t < 0.9$$

- [5] 上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$(4) -5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$$

但し、

C_{5p} : 第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側のレンズ面の曲率(曲率半径の逆数)

とする。

- [6] 上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

$$(4) -5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$$

- [7] 上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

$$(4) -5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$$

- [8] 上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項4に記載のズームレンズ。

$$(4) -5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$$

- [9] ズームレンズと、上記ズームレンズによって形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子とを備えた撮像装置であって、

上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群が配列されて成り、

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群が光軸方向に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、上記第4レンズ群が上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償すると同時に、近距離合焦時に光軸方向に移動し、上記第5レンズ群が光軸方向に固定され、

開口絞りが上記第3レンズ群の近傍に配置され、

上記第5レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群が光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトすることが可能であり、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(1) 0.6 < f_{5p}/D_a < 1.4$$

但し、

f_{5p} : 第5レンズ群中に配置される正部分群の焦点距離

D_a : 第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側の面から近軸像位置までの光軸に沿った長さとする。

[10] 以下の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項9に記載の撮像装置。

$$(2) 0.5 < f_{5p}/D_b < 1.3$$

但し、

D_b : 第5レンズ群中に配置される正部分群の最も物体側の面から開口絞りまでの光軸に沿った長さとする。

[11] 以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項9に記載の撮像装置。

$$(3) 0.3 < |f_{5n}|/f_t < 0.9$$

但し、

f_{5n} : 第5レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離

f_t : 望遠端状態におけるレンズ系全体での焦点距離

とする。

- [12] 以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項10に記載の撮像装置。

$$(3) 0.3 < |f_{5n}| / f_t < 0.9$$

- [13] 上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項9に記載の撮像装置。

$$(4) -5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$$

但し、

C_{5p} : 第5レンズ群中に配置される正部分群の最も像側のレンズ面の曲率(曲率半径の逆数)

とする。

- [14] 上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項10に記載の撮像装置。

$$(4) -5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$$

- [15] 上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項11に記載の撮像装置。

$$(4) -5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$$

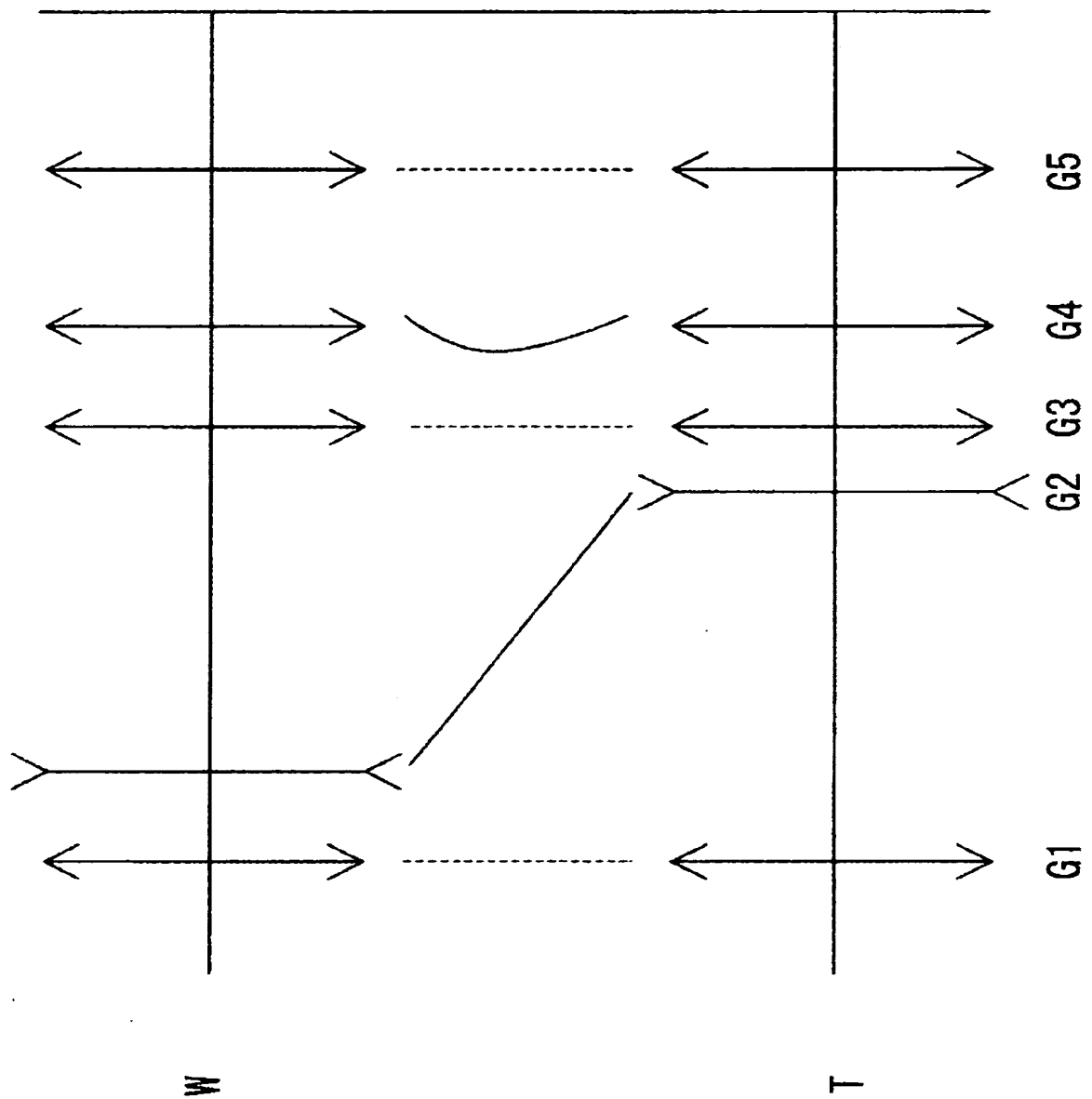
- [16] 上記第5レンズ群中に配置される正部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項12に記載の撮像装置。

$$(4) -5 < C_{5p} \cdot f_t < -2$$

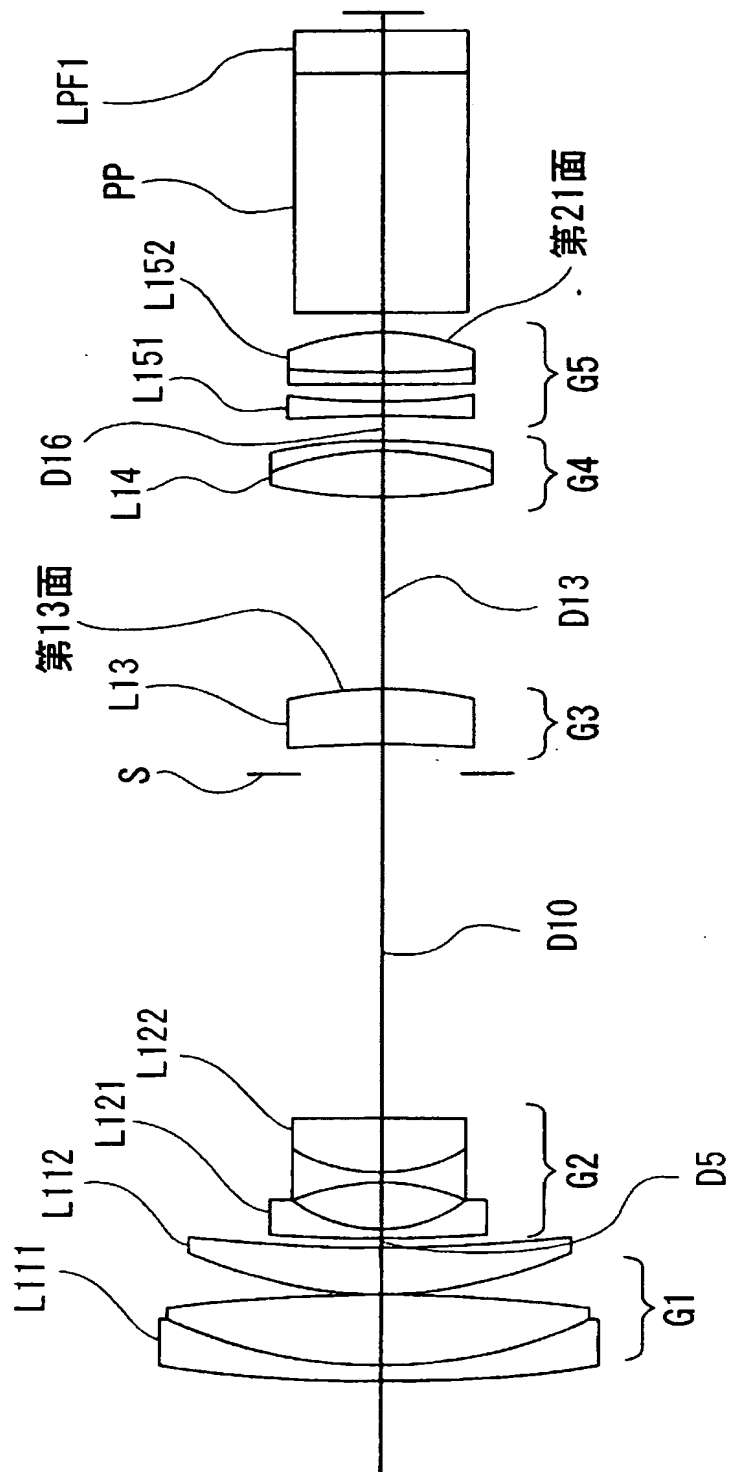
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図1]



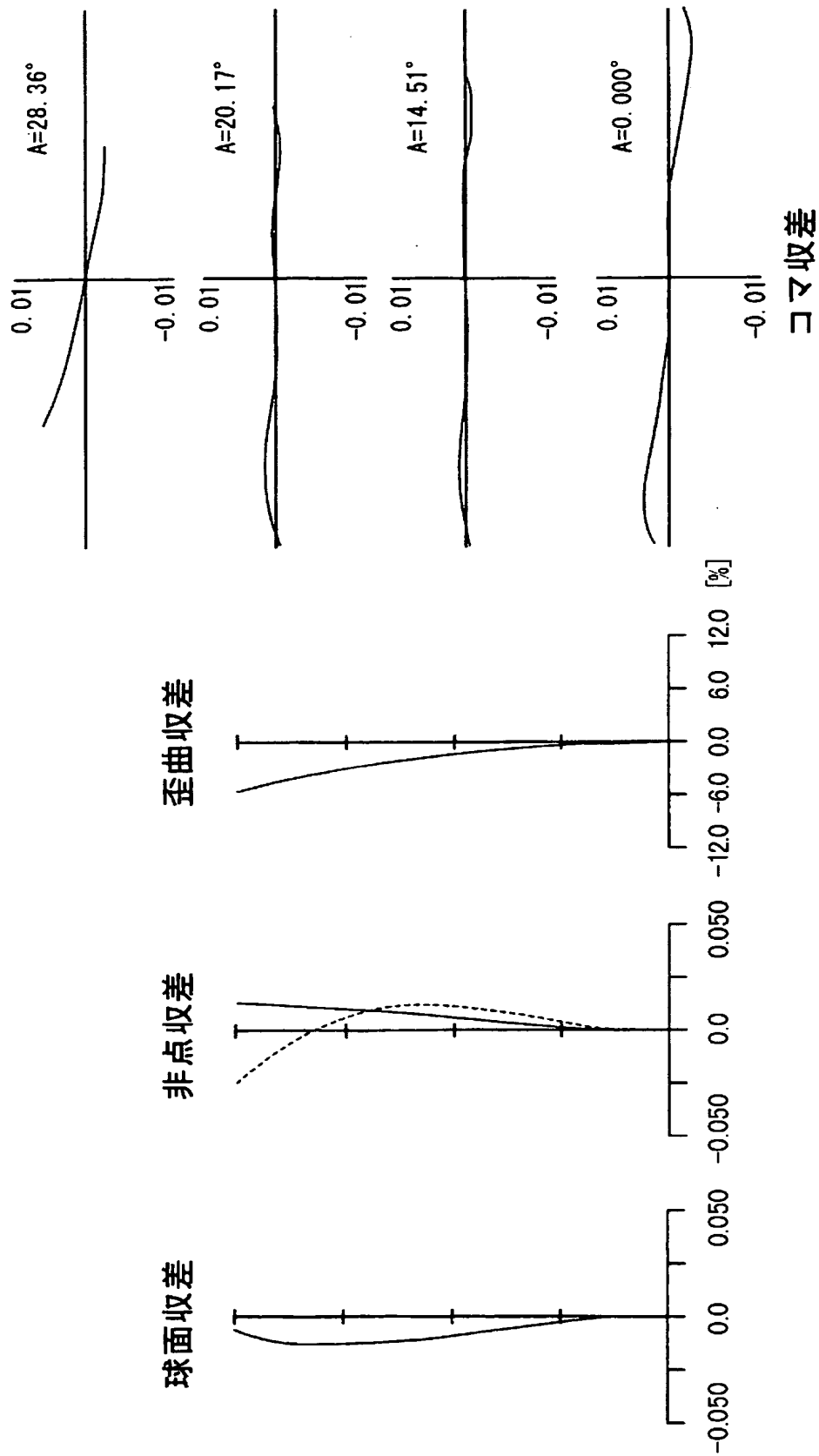
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図2]



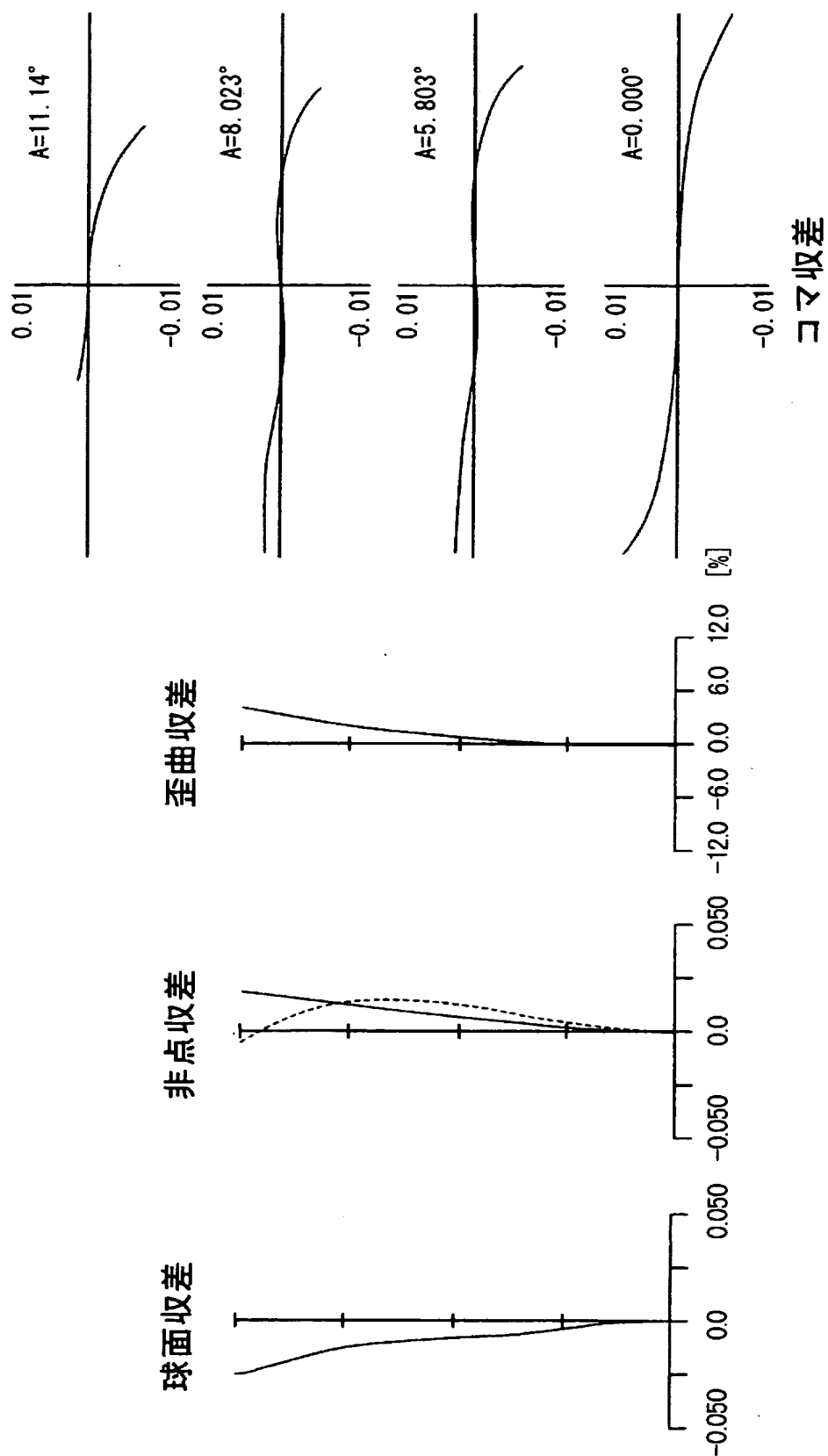
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図3]



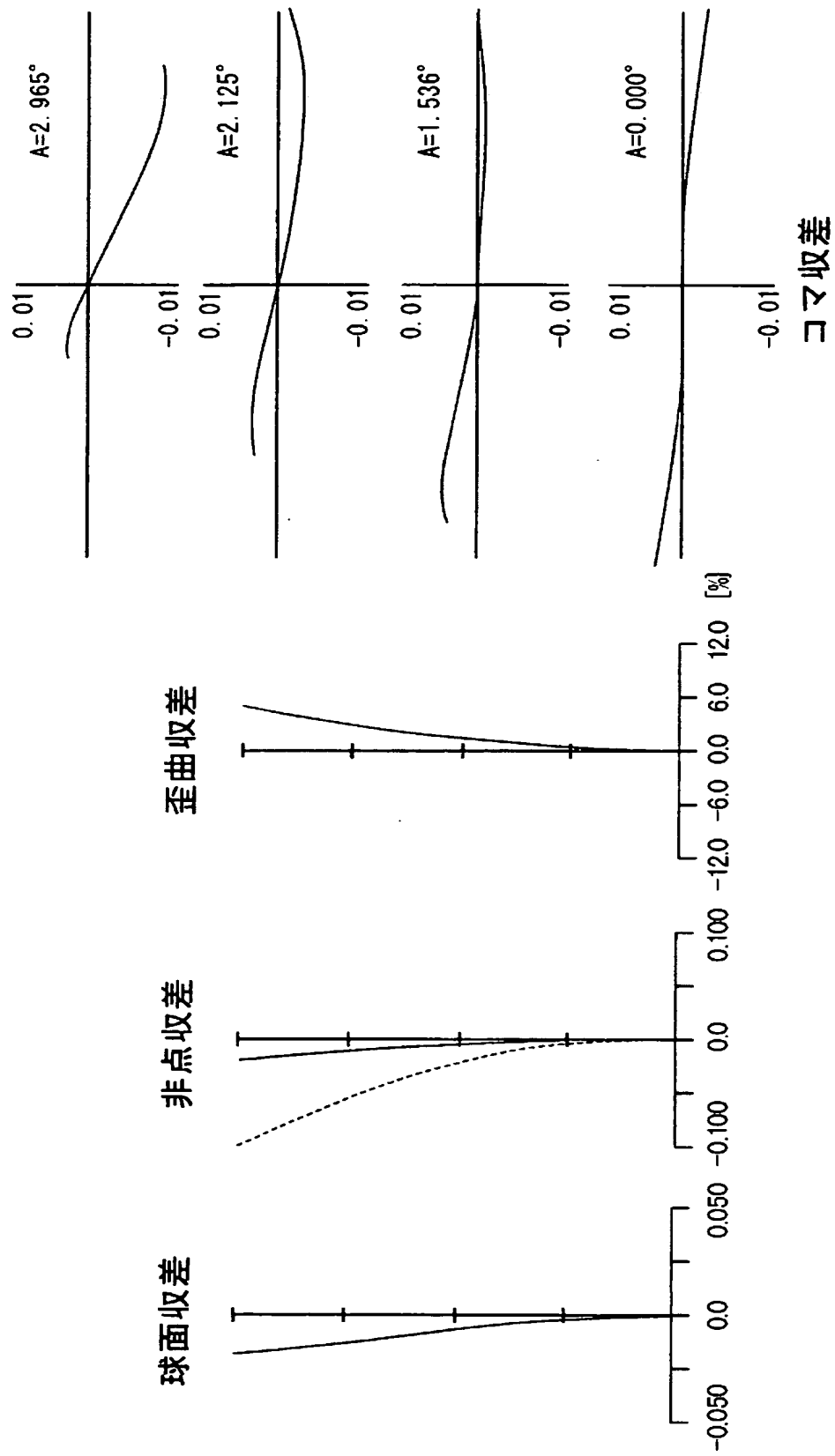
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図4]



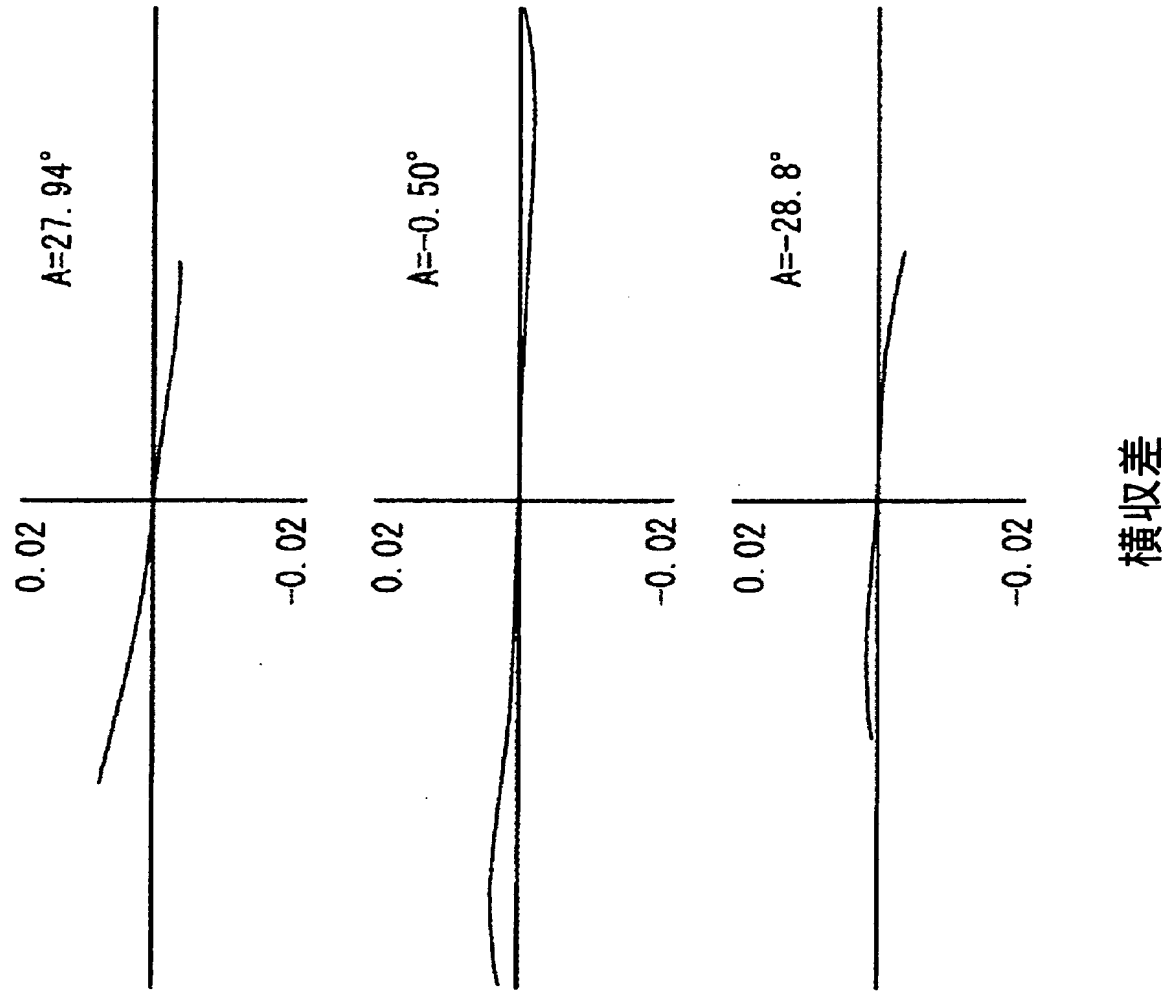
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図5]



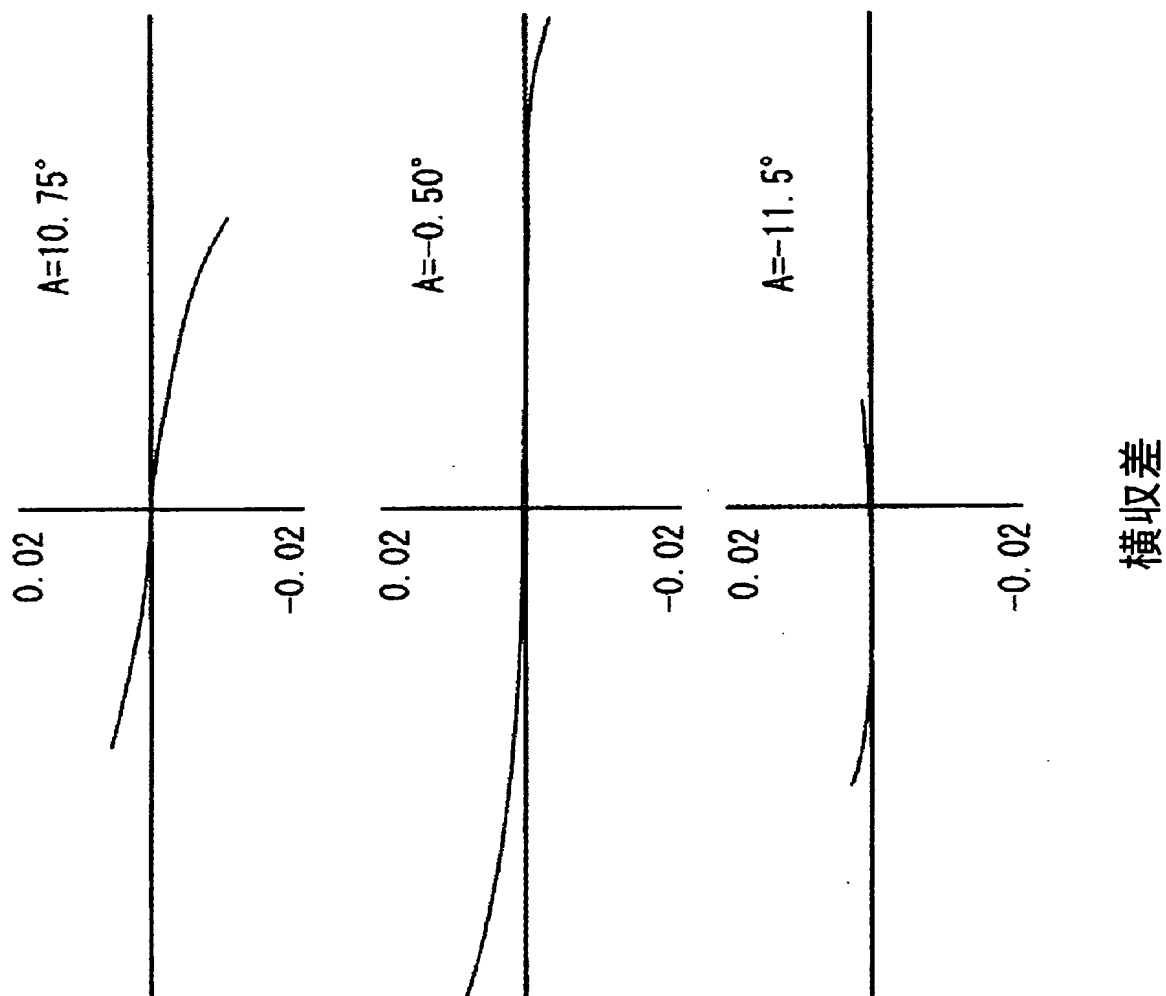
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図6]



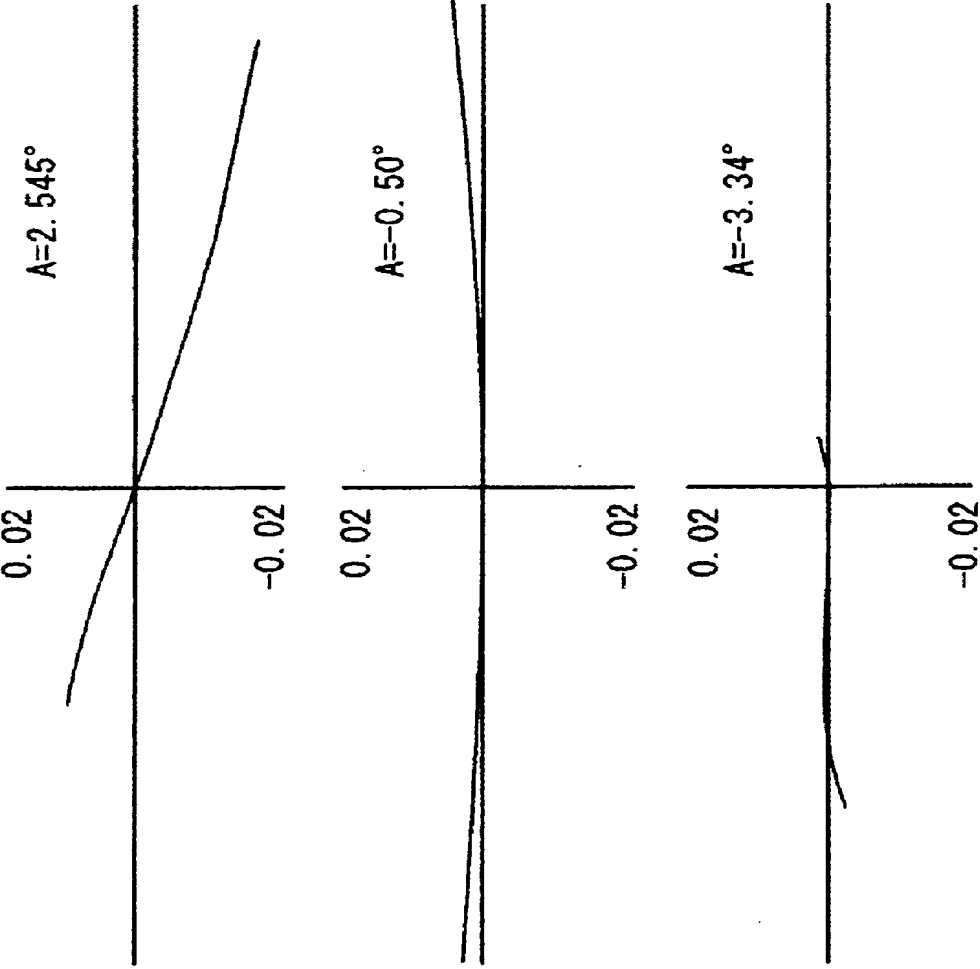
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図7]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

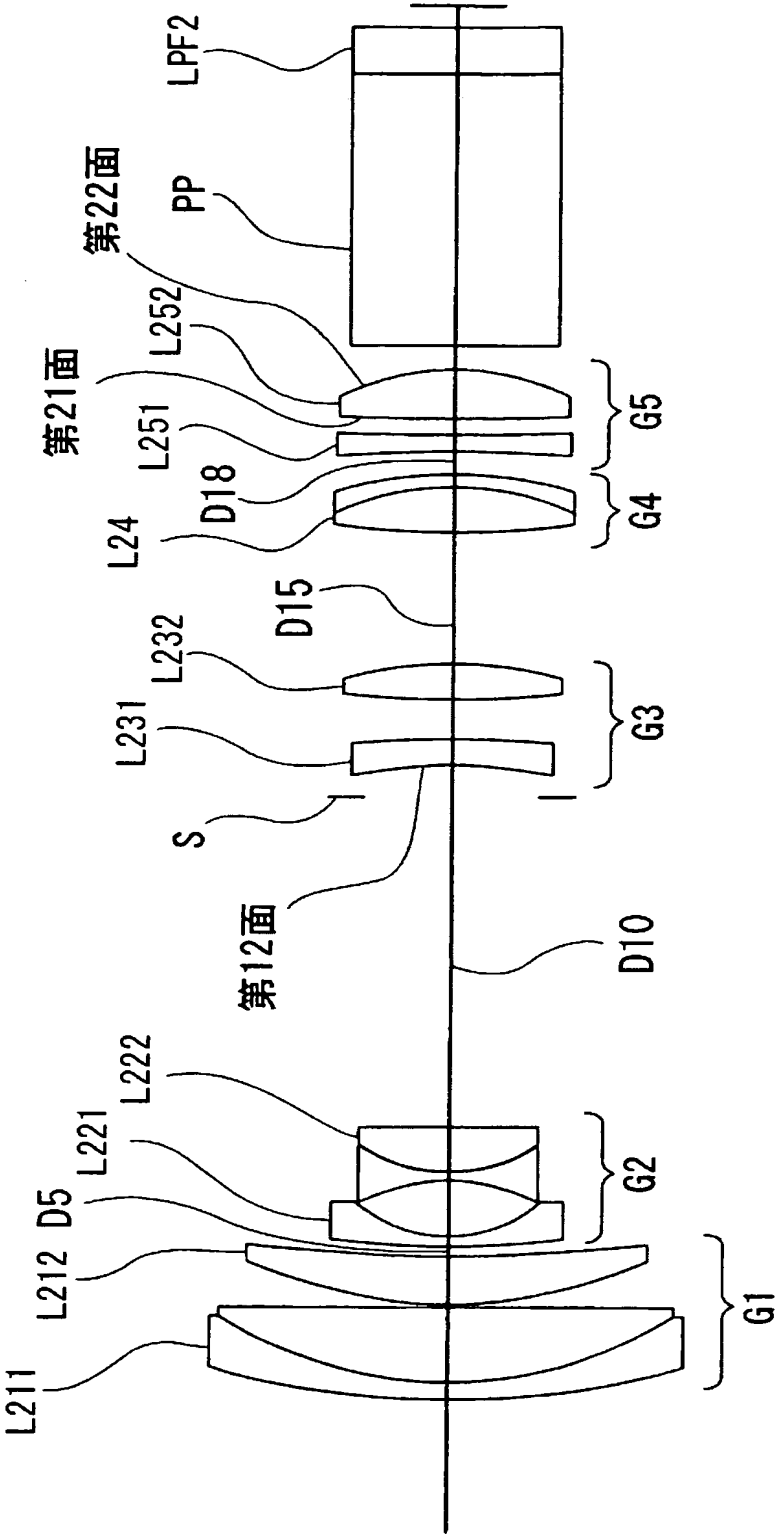
[図8]



横収差

THIS PAGE BLANK (USPTO)

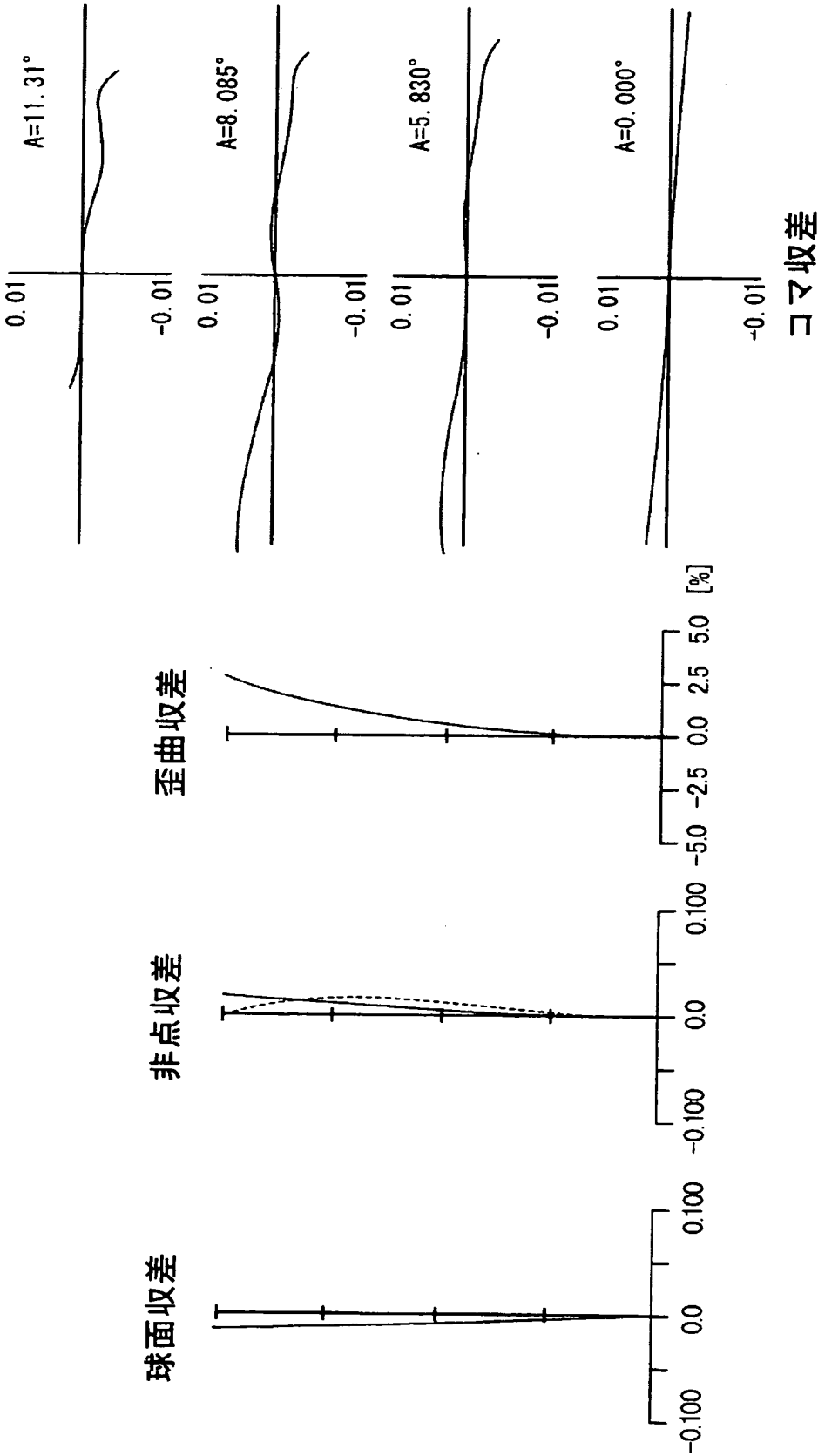
[図9]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

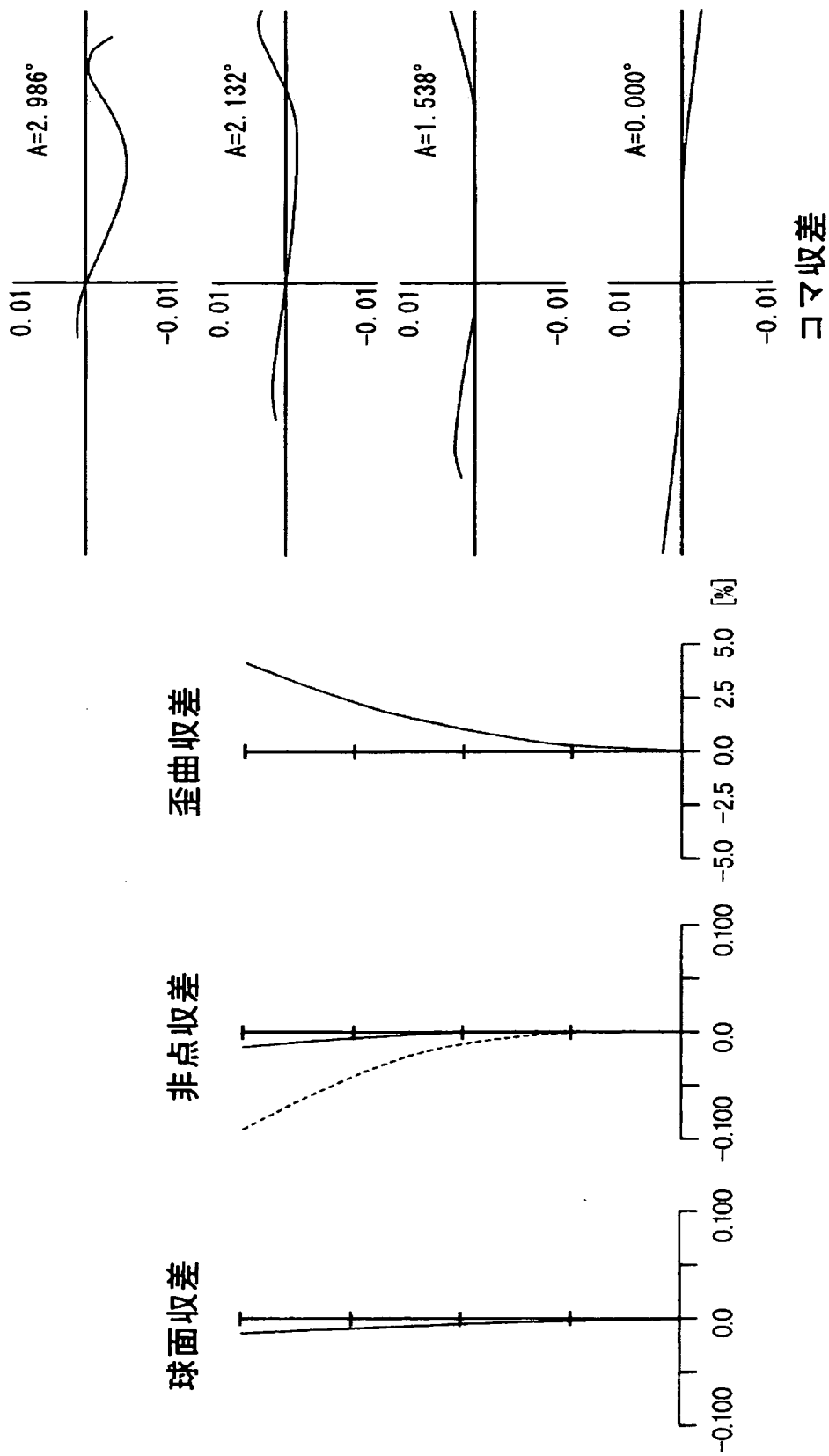
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図11]



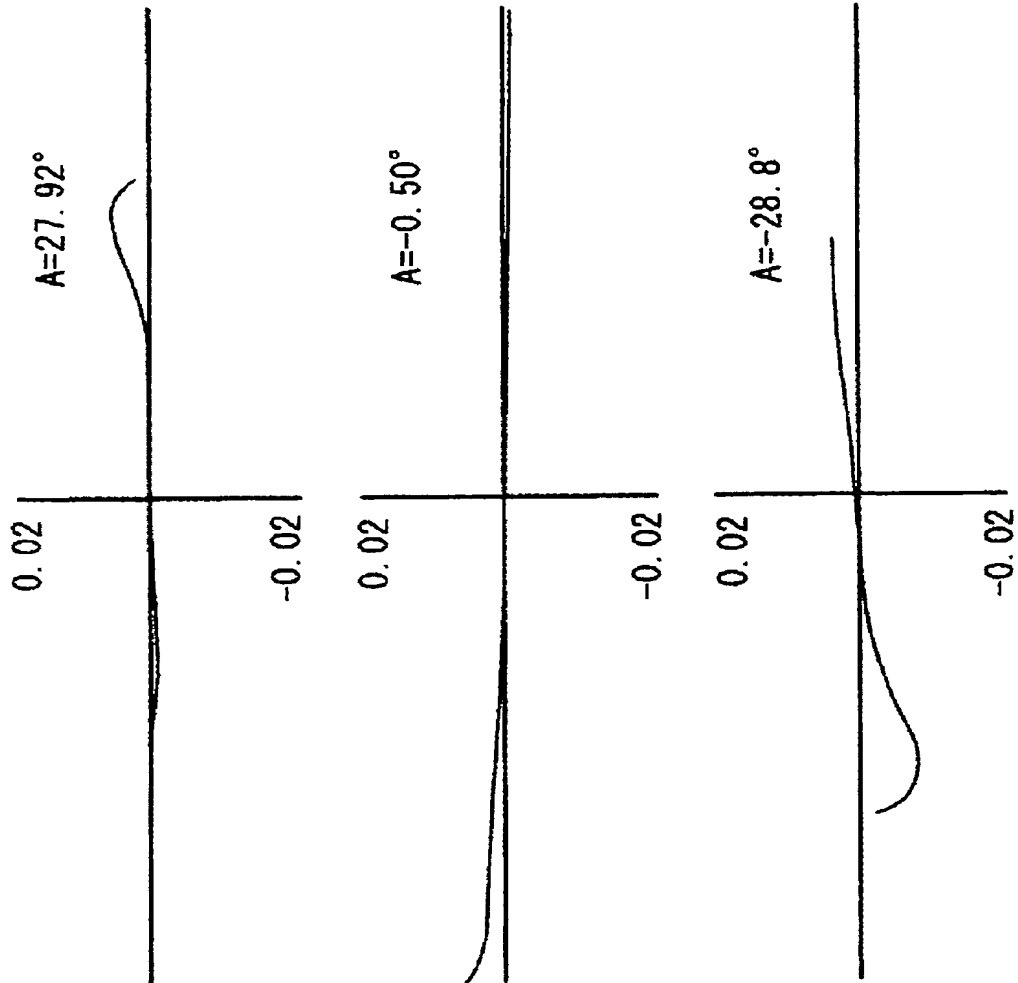
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図12]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

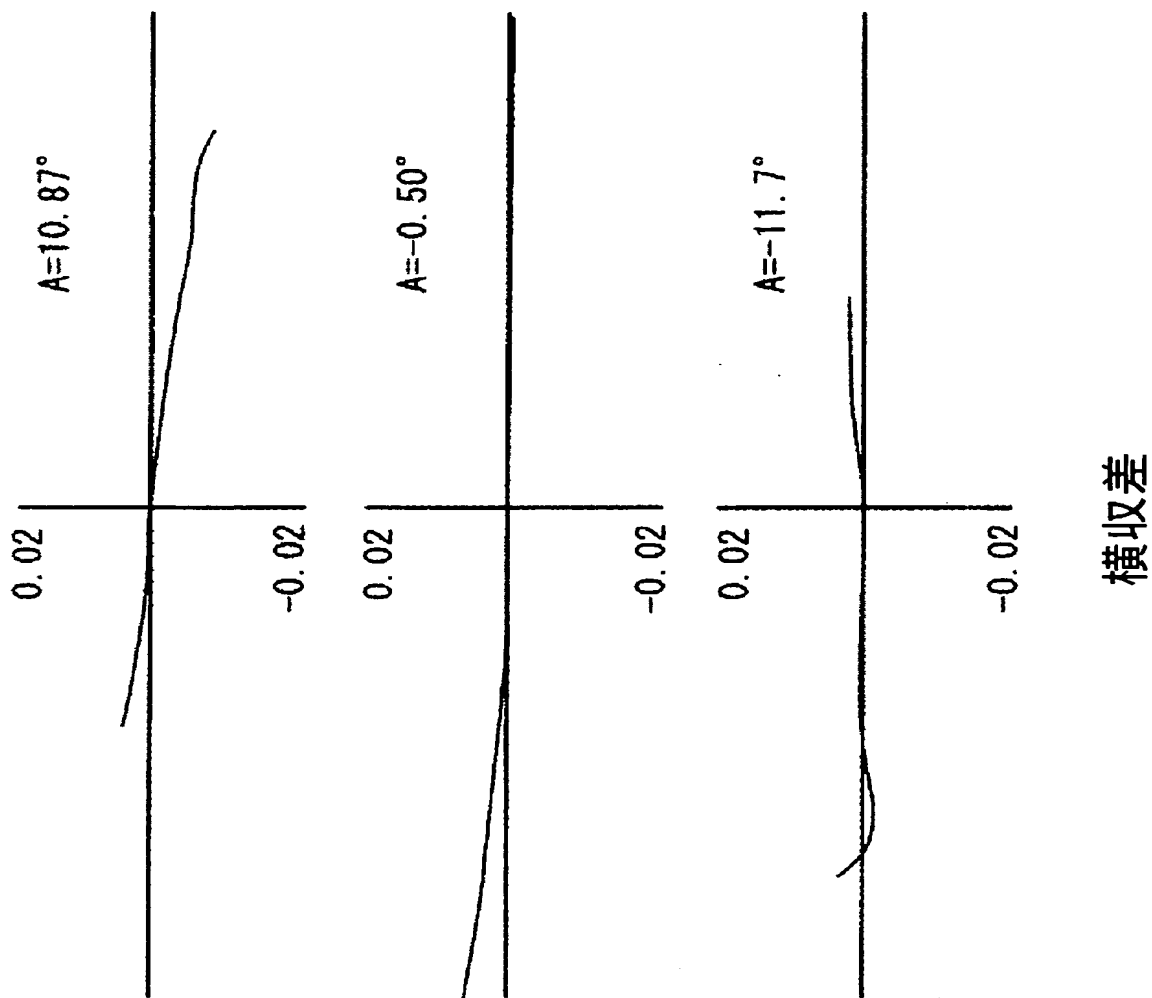
[図13]



横収差

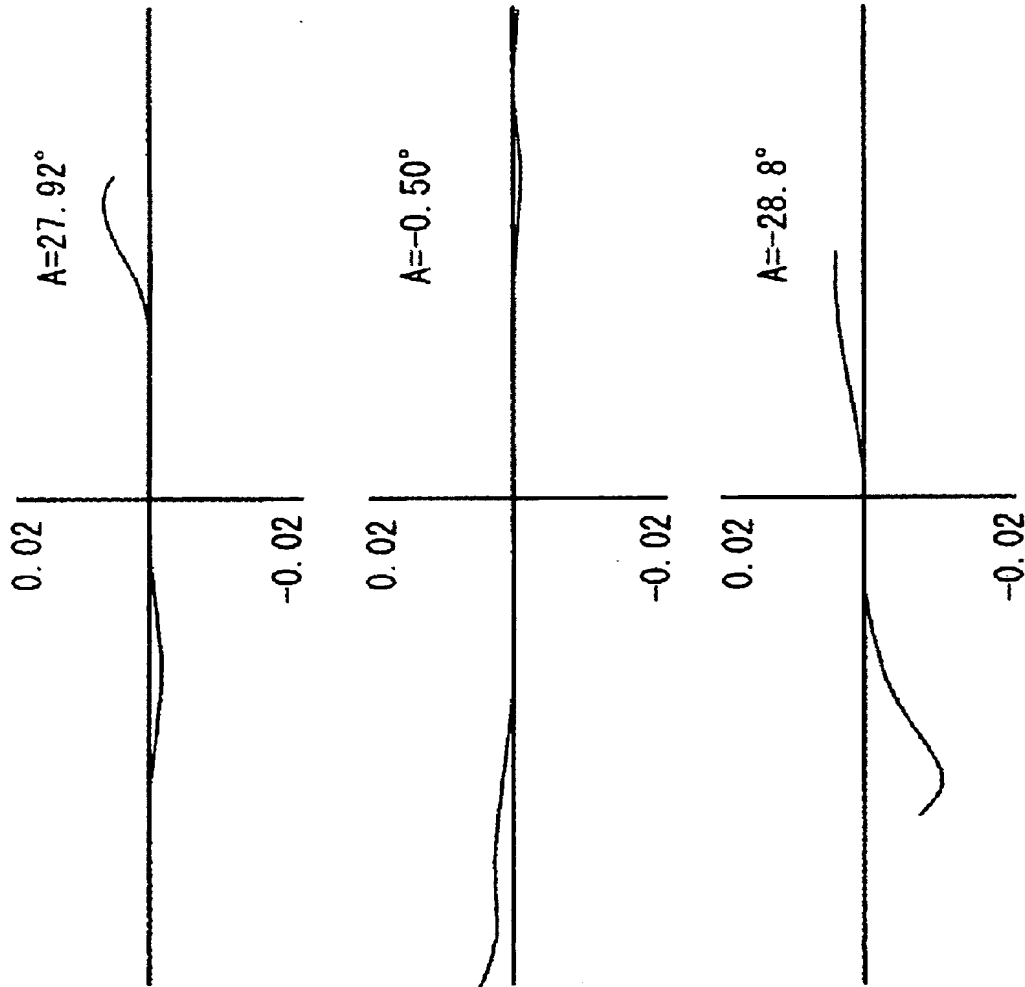
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図14]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

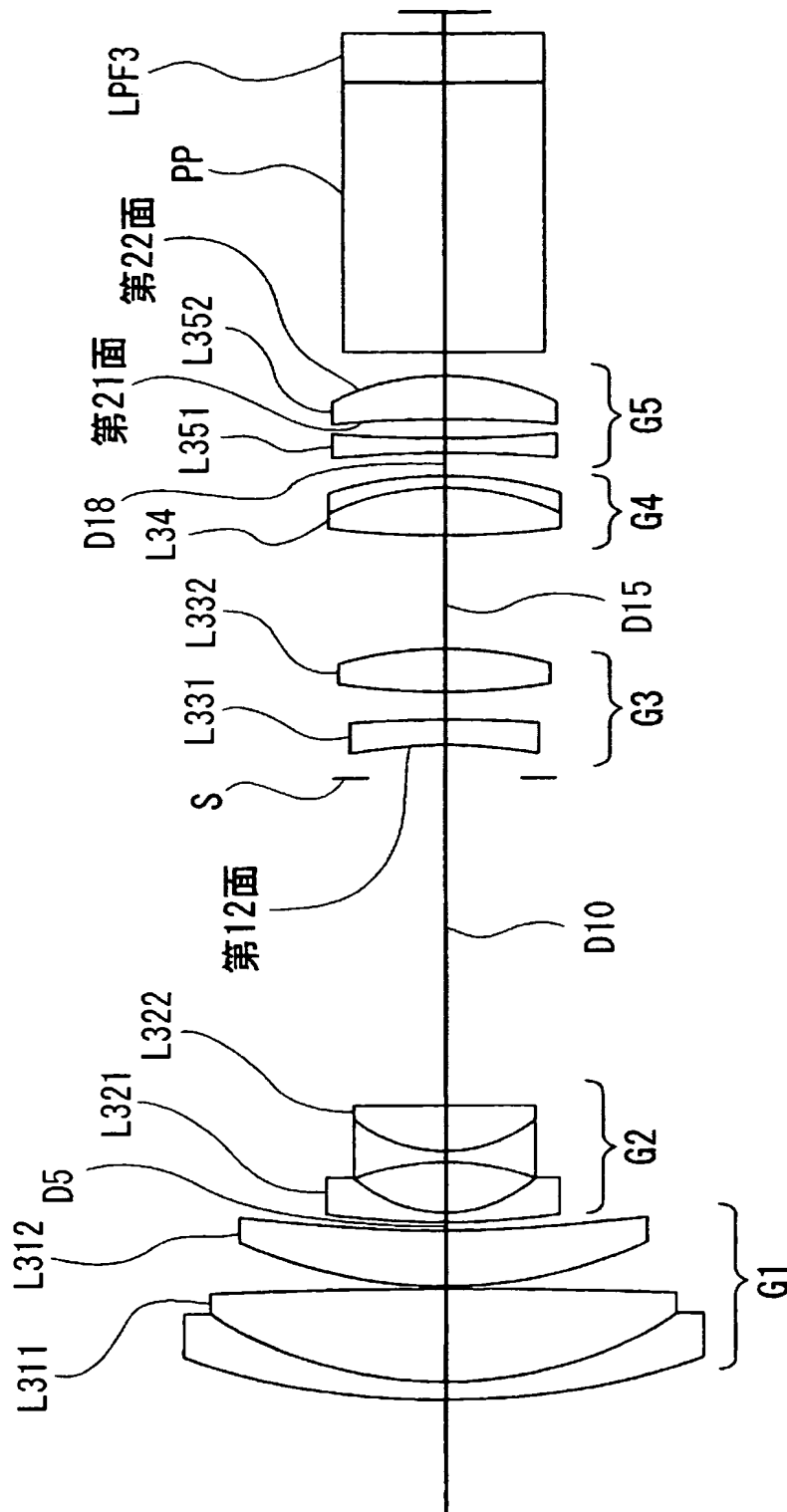
[図15]



横収差

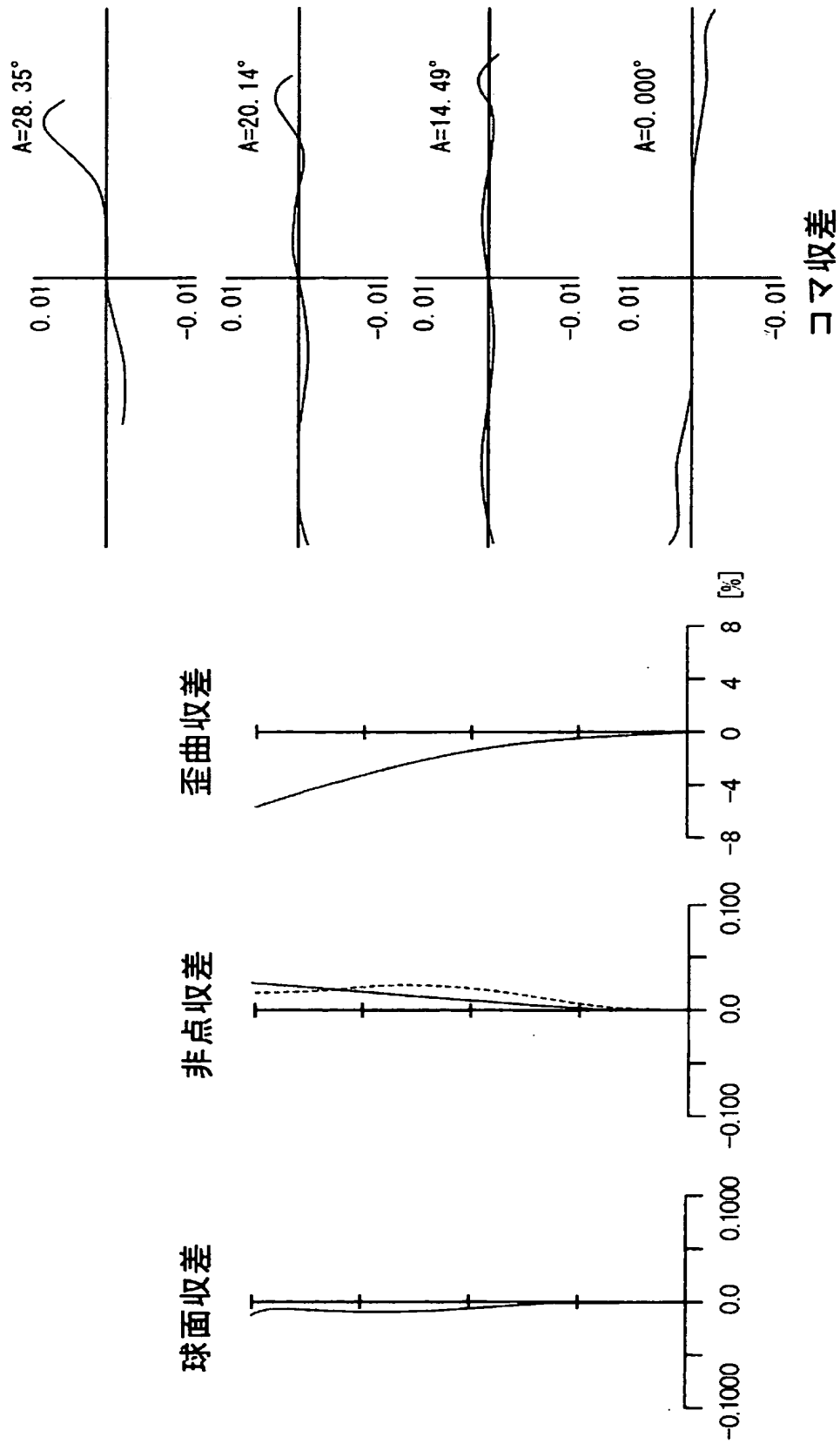
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図16]



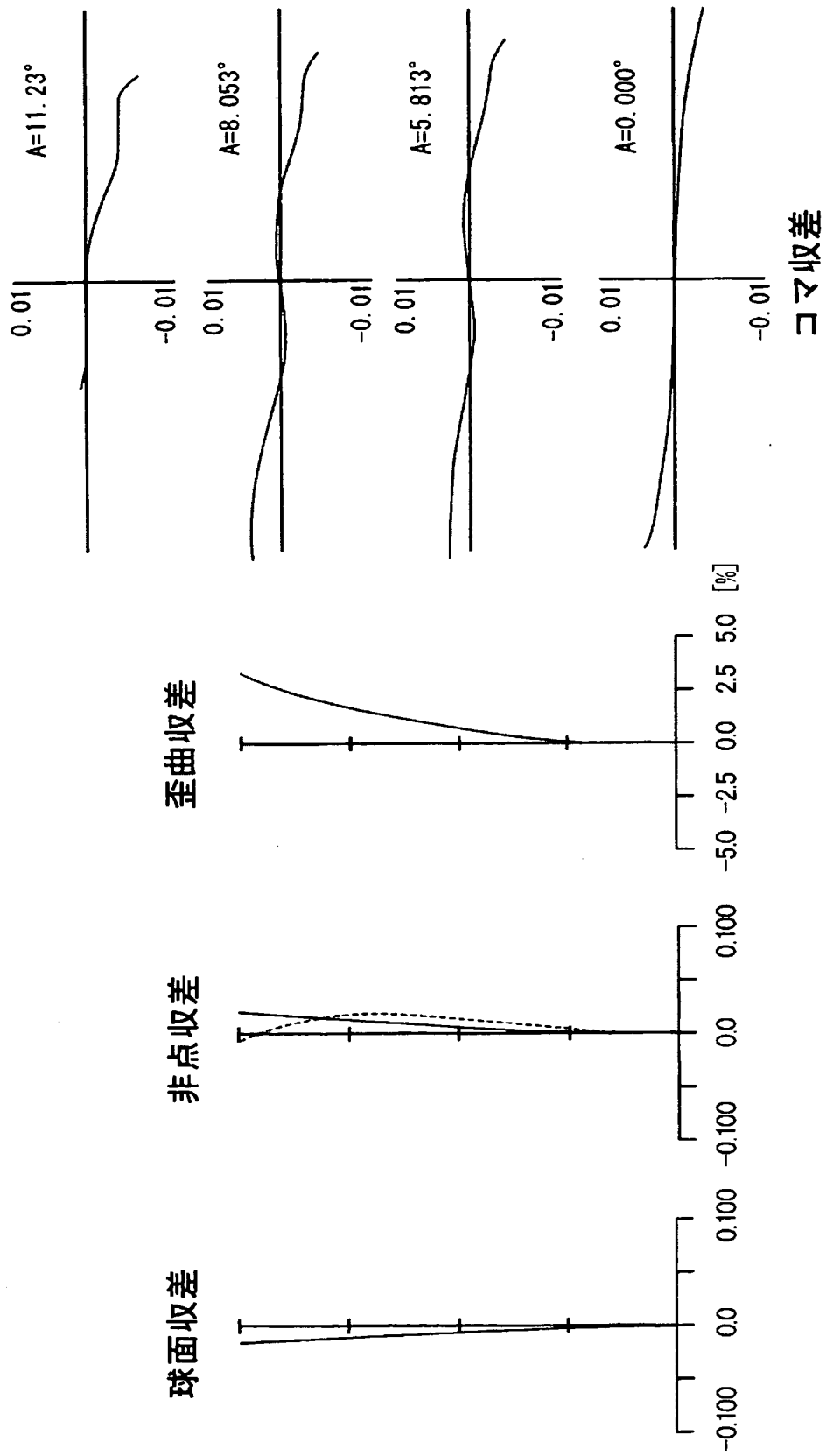
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図17]



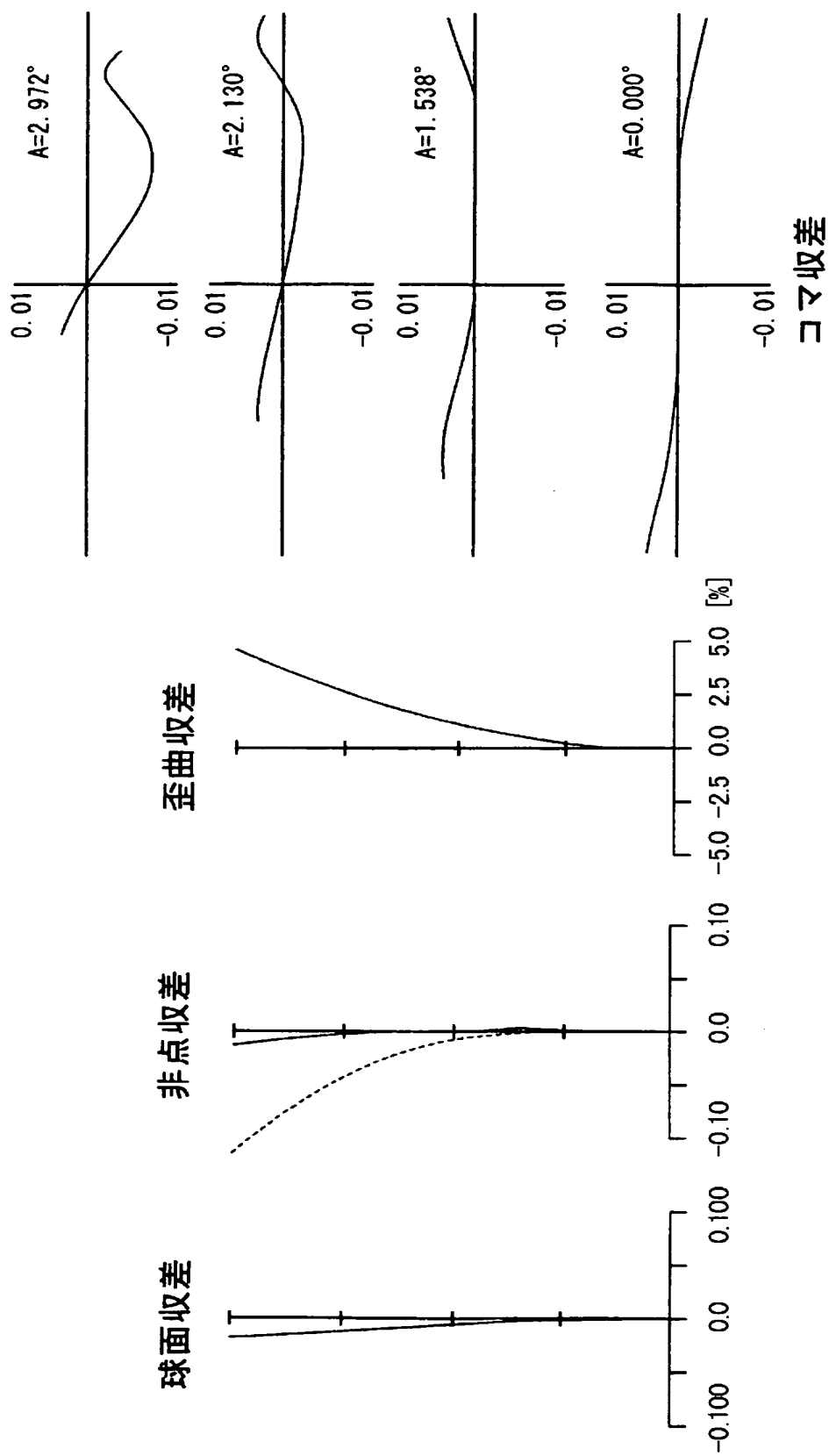
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図18]



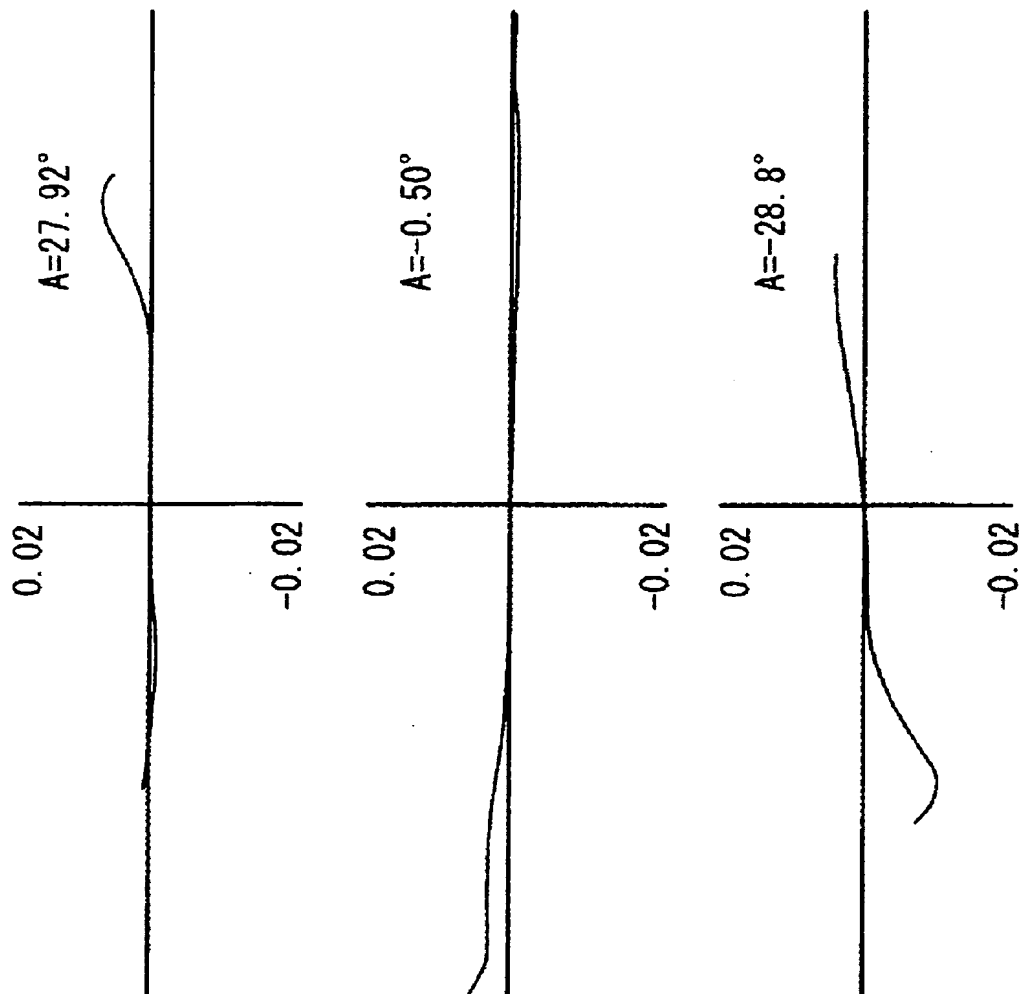
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図19]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

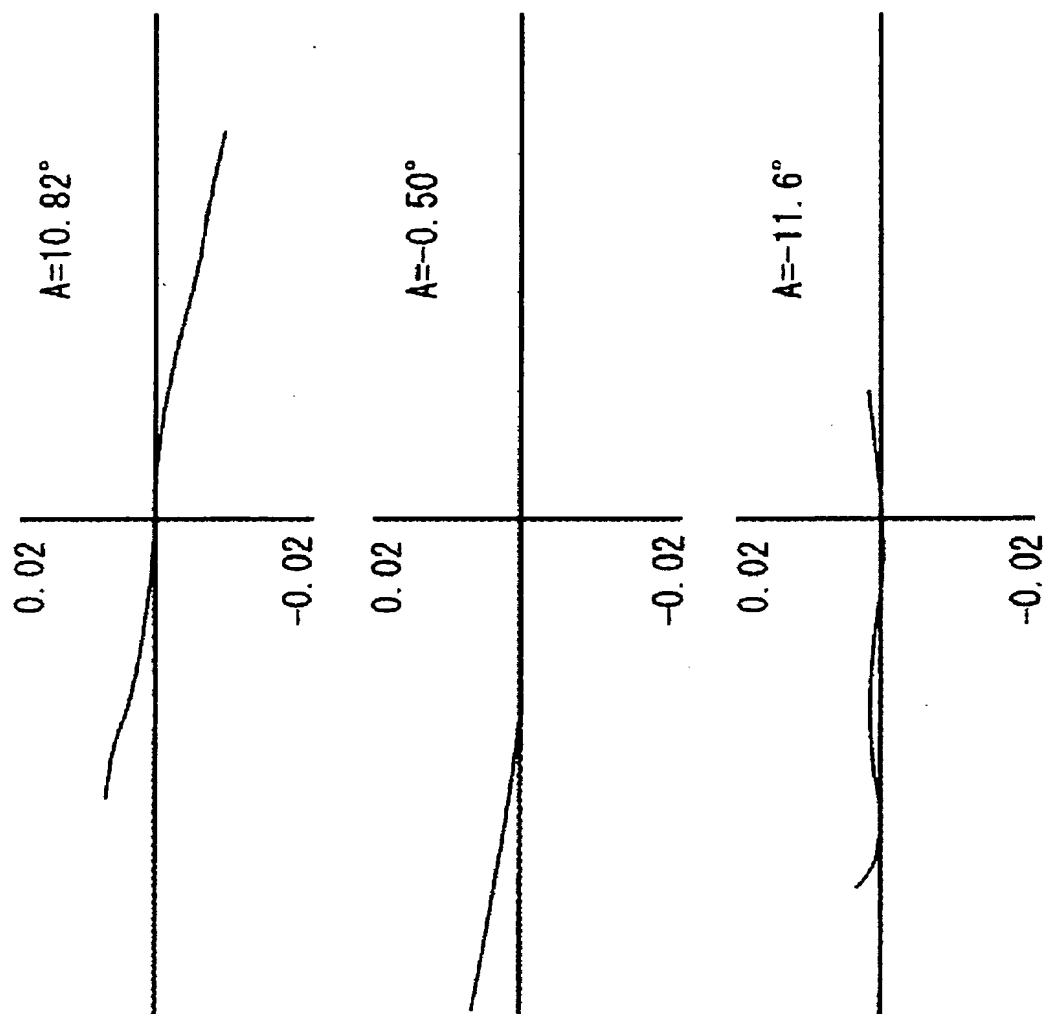
[図20]



横収差

THIS PAGE BLANK (USPTO)

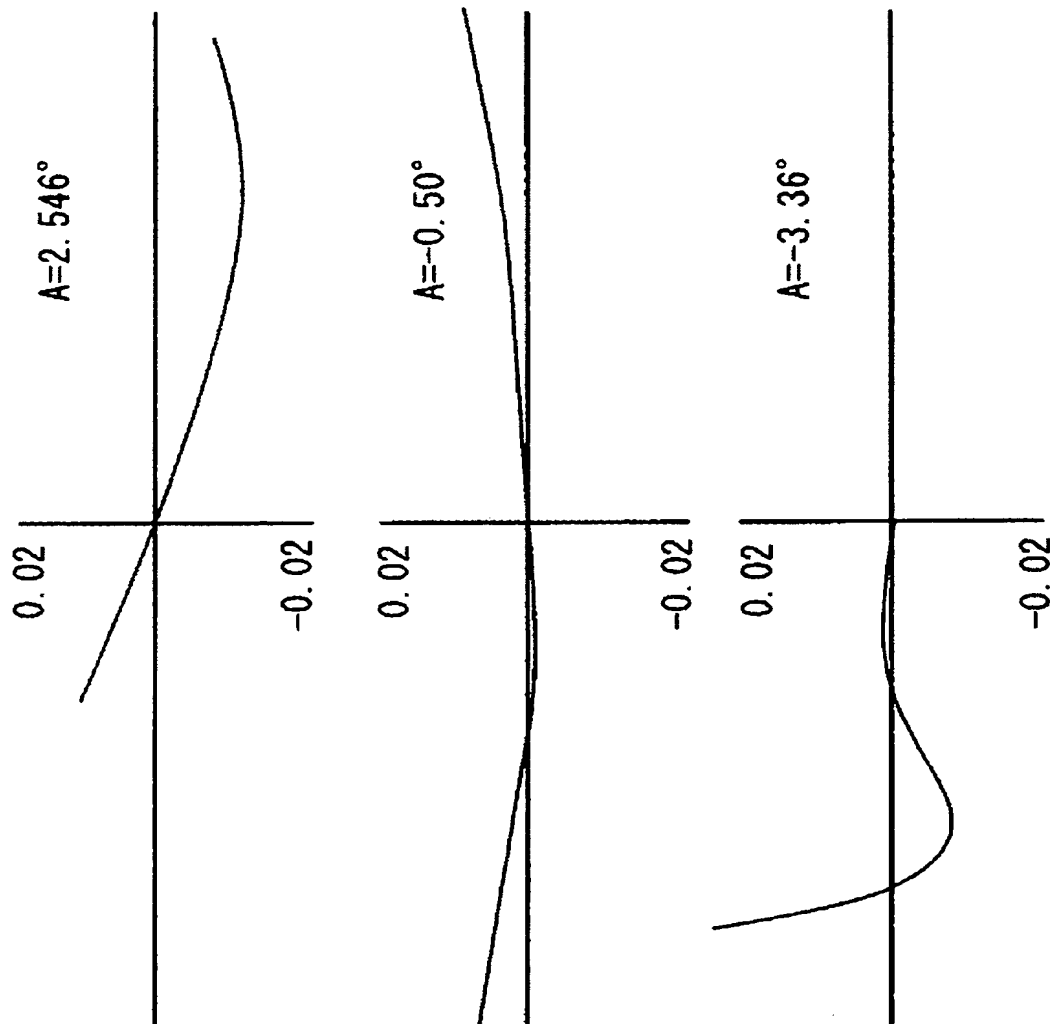
[図21]



横収差

THIS PAGE BLANK (USPTO)

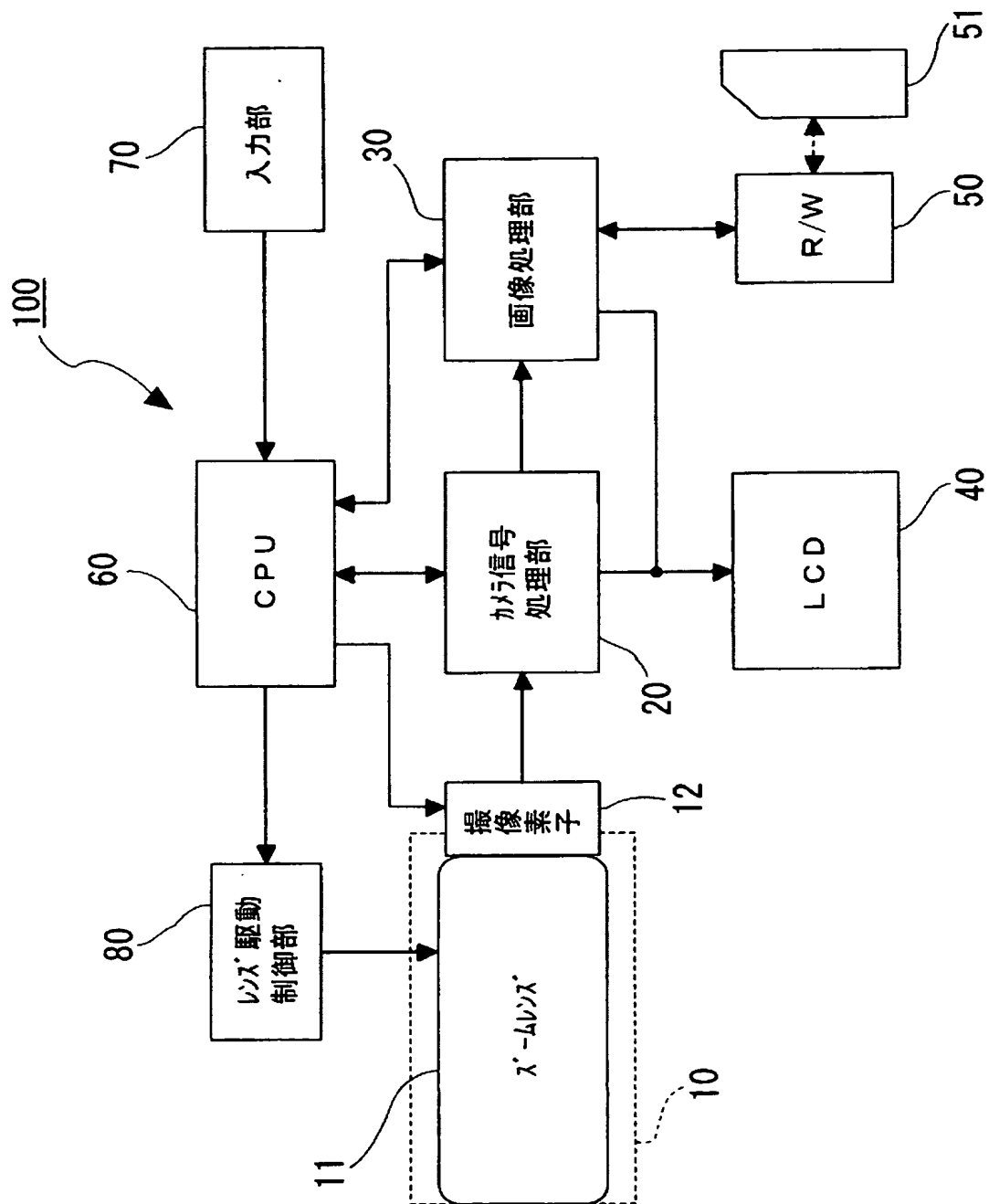
[図22]



横収差

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図23]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B15/16(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B15/16Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-261080 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 13 October, 1995 (13.10.95), Full text; all drawings; particularly, Claims 1 to 3 & US 5548445 A	1-16
A	JP 9-90221 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 04 April, 1997 (04.04.97), Full text; all drawing; particularly, Claims 1 to 3 & US 5694252 A	1-16
A	JP 2002-98895 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 05 April, 2002 (05.04.02), Full text; all drawings; particularly, Claim 1 (Family: none)	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 December, 2005 (27.12.05)Date of mailing of the international search report
17 January, 2006 (17.01.06)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B15/16(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B15/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

(国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語))

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 7-261080 A (富士写真光機株式会社) 1995. 10. 13, 全文、全図、特に、[請求項 1]-[請求項 3] & US 5548445 A	1-16
A	JP 9-90221 A (富士写真光機株式会社) 1997. 04. 04, 全文、全図、特に、[請求項 1]-[請求項 3] & US 5694252 A	1-16
A	JP 2002-98895 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002. 04. 05, 全文、全図、特に、[請求項 1] (ファミリーなし)	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 12. 2005

国際調査報告の発送日

17. 01. 2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2V

9222

THIS PAGE BLANK (USPTO)